# PRACE
# CENTRALNEGO LABORATORJUM CUKROWNICZEGO
## W ROKU 1936

## TRAVAUX
## DU LABORATOIRE CENTRAL DE L'INDUSTRIE SUCRIERE POLONAISE
## EN 1936

Podał

Prof. KAZIMIERZ SMOLEŃSKI



WARSZAWA

NAKŁADEM INSTYTUTU PRZEMYSŁU CUKROWNICZEGO W POLSCE

1937

# Prace Centralnego Laboratorjum Cukrowniczego w roku 1936.

# PRACE CENTRALNEGO LABORATORJUM CUKROWNICZEGO W ROKU 1936

## TRAVAUX DU LABORATOIRE CENTRAL DE L'INDUSTRIE SUCRIERE POLONAISE EN 1936

Podał

Prof. KAZIMIERZ SMOLEŃSKI






WARSZAWA
NAKŁADEM INSTYTUTU PRZEMYSŁU CUKROWNICZEGO W POLSCE
1937



Druk. „BAGATELA", Al. Jerozolimskie 29, Tel. 9-40-99

# Sprawozdanie z działalności Centralnego Laboratorium Cukrowniczego w 1936 r.

*Compte rendu des travaux du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise en 1936.*

Ogólna charakterystyka działalności C. L. C. podana była przed niedawnym czasem w artykule p. t. „Centralne Laboratorium Cukrownicze w dziesięcioleciu 1925—1935[1]). W sprawozdaniu niniejszym, obejmującym głównie okres od 1/III 1936 do 1/III 1937, pomijając opis zwykłych „codziennych", systematycznie co roku powtarzanych, czynności i obowiązków, postaramy się nieco obszerniej przedstawić głównie prace badawcze i inne wysiłki i posunięcia C. L. C., obliczone na podniesienie chemiczno-technologicznego poziomu w cukrowniach polskich.

## I. Prace, wykonane na warsztacie fabrycznym w czasie kampanii 36/37 r.

Podobnie, jak w latach poprzednich, cały personel C. L. C. spędził czas kampanii, na studiach technicznych i innego rodzaju zajęciach, w cukrowniach. Zbyt krótki czas trwania kampanii, przeciętnie ok. 6 tygodni, nie pozwala niestety, często na ukończenie potrzebnych badań i rozciąga je na kilka kampanij.

1) Przed kilku laty, w wyniku obszernych studiów techniczno-naukowych, wykonanych w C. L. C., wprowadzone zostały do praktyki cukrowni polskich pewne metody technologiczne, znamionujące dalszy postęp techniczny. Dotyczy to szczególniej: a) pewnych odmiennych metod wykonania defekacji, które można objąć ogólna nazwą *defekacji wstępnej* i b) pewnej metody *oczyszczania klarówek*, polegającej na defekacji większą ilością wapna (np. 1,5% na mączkę), następnej saturacji i cedzeniu w błotniarkach. Przed kampanią 1936/37 r. — zebraliśmy, na drodze *ankiety*, dane dotyczą-

---

[1]) Gaz. Cukr. **78**, (1936), 185 oraz „Prace C. L. C. w roku 1935", str. V.

ce zastosowania tych dwóch metod w cukrowniach. Podajemy główne wyniki ankiety. Co dotyczy defekacji, to dowiedzieliśmy się, iż defekację wstępną stosuje obecnie 40 cukrowni z pomiędzy 54, które nadesłały odpowiedź; znaczna większość cukrowni stosuje defekację wstępną *zimną*, wykonywaną w miernikach. Korzystając ze sposobości, przypominamy raz jeszcze, iż według wyników naszych badań, ze względu na wybitną poprawę szybkości cedzenia, godne są też polecenia łatwe do urządzenia i prowadzenia: *defekacja wstępna gorąca* oraz *defekacja powolna gorąca*. Sprawa oczyszczania klarówek przedstawia się w świetle ankiety, jak następuje: 12 cukrowni kieruje, po dawnemu, klarówkę na sok rzadki („na II saturację"), 14 — do soku półgęstego lub gęstego, 17 — do warników; reszta — nie podała dokładnej informacji. Co do sposobu oczyszczania: 14 fabryk stosuje całkowite oczyszczanie wapnem i gazem, 10 — siarkowanie i mechaniczne cedzenie, 10 — tylko mechaniczne cedzenie. Węgiel aktywowany do klarówek stosuje 10 cukrowni. W czasie kampanii 1936/37 r. inż. M. Werkenthin i inż. T. Pietrzykowski objechali część cukrowni, stosujących nowe metody oczyszczania soków i klarówek, poddając *kontroli* sposób wykonania metody i osiągany skutek.

Wykryto w paru przypadkach pewne pomyłki i niedociągnięcia, wynikające z różnych przyczyn. Byłoby jak najbardziej pożądane, ażeby cukrownie, wprowadzające nowe sposoby roboty, w jeszcze większej mierze korzystały z pomocy C. L. C. Wspólne a zgodne wysiłki techników, pracujących w fabrykach, i pracowników placówki naukowo-technicznej, jaką jest C. L. C., sprzyjają, niewątpliwie, przyśpieszeniu postępu technicznego i obniżeniu kosztów produkcji.

2. *Wartość techniczna pewnych polskich węgli aktywowanych.*

Już w dawniejszych studiach naszych (1930 r.) poddaliśmy porównawczej ocenie różne gatunki węgli aktywowanych, nie tylko zagranicznych (jak: norit, carborafinę, hiagenit i inne), lecz i polskich, a mianowicie: węgiel *„Horodenka"* (p. inż. Godwooda) i *„Carbomel"* (p. dyr. T. Sliwińskiego, cukrownia Gniezno). Obydwa węgle polskie okazały się zupełnie dobre, bliskie do najlepszych węgli zagranicznych. Niestety, dla różnych przyczyn, stała produkcja, na większą handlową skalę, tych polskich węgli nie doszła do skutku. Ukazały się, natomiast, w ostatnich paru latach, na widowni przemysłowej dwa nowe polskie węgle, a mianowicie: 1) węgiel odbarwiający, fabrykowany w Wytwórni Węgli Aktywowanych w Skarżysku-Kamiennej, przez p. inż. Kuczyńskiego, i 2) węgiel, wytworzony w Chemicznym Instytucie Badawczym, przez p. inż. Starczewską. Badanie laboratoryjne tych węgli, wykonane jeszcze dawniej w C.L.C., dało dobre wyniki. W czasie kampanii 1936/37 r. K. Smoleński i J. Zaleski wykonali fabryczne próby i szczegółowe badania nad tymi nowymi węglami: w rafinerii Dobrzelin (ulep na głowy) i w rafinerskim oddziale cukrowni Witaszyce (ulep na rafinadę Adanta), porównywując je z zagranicznym noritem i carborafiną.

Wyniki prób fabrycznych, zgodnie z laboratoryjnymi, prowadzą do wniosku, że węgiel W. W. A. jest równowartościowy z carborafiną, a węgiel Ch. I. B. — prawie równowartościowy z noritem-standart. Należy życzyć szybkiego rozwoju produkcji tych węgli i wprowadzenia ich do polskich cukrowni.

### 3. *Cedzenie w błotniarkach.*

Ten, opracowywany przez nas już od lat kilku, temat skierowany jest ku dwum celom praktycznym: a) opracowanie systemu roboty, zapewniającego największą sprawność stacji błotniarkowej i b) poznanie głównych czynników, powodujących złe cedzenie. Część osiągniętych dawniej wyników została już ogłoszona drukiem. W kampanii 1936/37 r. kontynuowaliśmy studia wspólnie z p. inż. Wł. Żero. Przypominamy, że dane, osiągnięte przez pomiary, wyrażamy w postaci wykresów: a) czas ⟶ ciśnienie soku i b) czas ⟶ szybkość cedzenia, *v l/min, m²*. Na podstawie wzoru

$$v = K\frac{P}{\varepsilon}$$

obliczamy „*spółczynnik szybkości cedzenia*“, *K* — wyrażający szybkość cedzenia pod ciśnieniem 1 *atm.* i przy grubości warstwy błota 1 *mm*. Z dawniejszych pomiarów, przeprowadzonych w kilku cukrowniach, wypadało, że spółczynnik tèn, będący właściwą miarą zdolności cedzącej błota i soku, waha się w granicach 12 do 25. W 1936/37 r. wykonano pomiary w dalszych 5 cukrowniach. Sporządzenie wykresów: czas ⟶ ciśnienie w błotniarce zostało znacznie ułatwione wobec nabycia przez C. L. C. samopiszącego manometru. Porównanie między sobą licznych wykresów pokazuje, jak wielce rozmaity bywa ich charakter, zależnie od warunków roboty w danej cukrowni. Dotyczy to również wykresów: czas ⟶ szybkość cedzenia. Spółczynniki szybkości cedzenia w kampanii 1936/37 r. wypadły, we wszystkich przypadkach, względnie wysokie: 15 — 18, a w paru cukrowniach nawet 25 — 35! Posiadamy też wykresy z pewnej cukrowni, pracującej z podziałem błotniarek na dwie grupy, z których jedna jest w cedzeniu, a druga — w przemywaniu, czyszczeniu i składaniu.

Na pewnych wykresach wyraźnie widać wpływ przerw w cedzeniu, powodowanych periodycznością saturacji. Wykresy ciśnień na poszczególnych błotniarkach mogłyby być znakomitym środkiem kontroli tej stacji. Z wielu wykresów widać, że sprawność stacji błotniarek nie jest należycie wy zyskana.

### 4. *Konduktometryczna kontrola gotowania cukrzyc.*

Wielce doniosła dla praktyki cukrowniczej sprawa racjonalnego *gotowania cukrzyc*, szczególniej ostatniego rzutu, jest od wielu lat przedmiotem naszej troski. W poszukiwaniu racjonalnej *metody kontroli* gotowania, zatrzymaliśmy się dawniej na fabrycznym refraktometrze Zeiss'a.

Liczne pomiary, wykonane przez nas wspólnie z p. M. Werkenthin tym przyrządem, na gotowaniu cukryc I, II i III rzutu, przekonały nas, że przyrząd ten daje wartościowe wskazówki, nie nadaje się jednak dla praktyki, choćby ze względu na wygórowaną cenę. Od kilku lat studiujemy konduktometryczną kontrolę, której podstawy naukowe wyłożone zostały niedawno w „Gazecie Cukrowniczej“, w artykule p. M. Werkenthin. W Polsce pierwsze pomiary tą metodą wykonane zostały przez p. dyr. Wł. Rosińskiego w Horodence. Nasze pomiary, prowadzone przez p. M. Werkenthin przy pomocy p. inż. Wł. Żero i T. Pietrzykowskiego, posługiwały się początkowo (34/35 i 35/36 r.) czeskim aparatem, łaskawie wypożyczonym przez Horodenkę, a ostatnio (36/37 r.) niemieckim, wysoce precyzyjnym konduktometrem firmy Siemens i Halske, zaopa-

trzonym w samozapisujące urządzenie. W badaniach naszych prowadzimy równolegle, na tym samym warniku, pomiary: refraktometryczne (Brix syropu międzykryształowego), pozwalające w ostatecznym rachunku obliczyć spółczynniki przesycenia *K*, i — konduktometryczne, t. j. pomiary wielkości oporów, wzrastających ze wzrostem przesycenia. Na wykresach notowane są przez nas, poza tym: temperatura cukrzycy i próżnia (ciśnienie absol.)

Z wykonanych dotychczas pomiarów wnioskujemy, że konduktometryczna metoda posiada wartość dla celu studiów naukowych nad gotowaniem cukrzyc, jako też dla kontroli gotowacza (samopiszący przyrząd!). Niemniej może ułatwić robotę gotowaczowi, szczególniej mniej doświadczonemu. Natomiast myśli lansowane tu i owdzie, że z pomocą konduktometrii potrafi dobrze gotować nawet profan, albo nawet, że gotowanie może być zautomatyzowane, należy uznać — w dzisiejszym stanie rzeczy — za grubo przesadzone lub conajmniej za przedwczesne.

### 5. *Oleje turbinowe.*

Już od wielu lat C. L. C. wzywane było niejednokrotnie do opiniowania, czy olej, który przepracował w turbinie parę lat, nadaje się jeszcze do dalszego użytku, czy też nie. Pogłębiając to zagadnienie, p. inż. W. Reicher w czasie kampanii 35/36 i 36/37 r. zwiedził w tej sprawie kilka rafineryj olejów, fabrykujących oleje turbinowe, kilka elektrowni, wreszcie szereg cukrowni, posiadających turbo-zespoły. Dodatkowe analizy olejów i przestudiowanie literatury, pozwoliły p. Reicherowi zająć stanowisko w sprawie olejów turbinowych w cukrowniach, uzewnętrznione w odczycie i w artykule w „Gazecie Cukrowniczej".

### 6. *Obecność smarów w wodzie, zasilającej kotły parowe.*

W czasie kampanii 1936/37 r. p. inż. J. Zaleski zajął się wyjaśnieniem dzisiejszego stanu tej kwestii, na wagę której dla kotłów pracujących w cukrowniach p. L. Nowakowski, jako dyrektor C. L. C., zwrócił uwagę jeszcze przed 30 laty. Metoda, podana przez L. Nowakowskiego, została nieco uproszczona, po czym dokonano pomiarów w szeregu cukrowni, znajdując w paru przypadkach nadmierną ilość smaru w wodzie.

W dalszych studiach ma być zwrócona uwaga na sprawność odoliwiaczy przy maszynach parowych.

## II. Prace, wykonane w cukrowni doświadczalnej.

W poprzednich kilku latach prace nasze w cukrowni doświadczalnej poświęcone były wyłącznie wyjaśnieniu względnej wartości pewnych „nowych" sposobów wykonania defekacji.

W studiach tych zwróciliśmy od początku baczną uwagę na szybkość cedzenia soku po I saturacji, jako na praktycznie ważny czynnik technologiczny, i ustaliliśmy dodatni wpływ na cedzenie pewnych sposobów roboty, jako to gorącej defekacji wstępnej lub powolnej. Z wykonanych ostatnio doświadczeń naszych nad oczyszczaniem soków z różnych buraków wynikało, że rodzaj buraków (cukrowość, czystość soku) — o ile buraki są dobrze przechowane, a bateria dyfuzyjna pracuje w jednakowy normalny sposób — nie wpływa wyraźnie na szybkość cedzenia,

o ile, oczywiście, oczyszczanie soków wykonane było w ten sam sposób. Pomiary zaś i obserwacje, poczynione w wielu cukrowniach, prowadziły do wniosku, że — nawet przy zastosowaniu tej samej metody oczyszczania— szybkość cedzenia i jakość oczyszczonych soków są bardzo różne. Zespół wskazanych faktów prowadził do przypuszczenia, że z tego samego rodzaju buraków można otrzymać złe lub dobre cedzenie i gorsze lub lepsze soki oczyszczone w zależności: 1) *od stopnia świeżości buraków* i 2) *od sposobu roboty na baterii dyfuzyjnej*. Kampania cukrowni doświadczalnej 1936/37 r. poświęcona została doświadczalnemu sprawdzeniu tych zależności. Ze zmiennych czynników pracy baterii dyfuzyjnej zbadano głównie wpływ: 1) nadmiernie wysokiej temperatury („przegrzanie" baterii), np. 87° zamiast 82°; 2) przedłużonego czasu obiegu baterii, np. 2 godziny zamiast 1 godz. i 3) zwiększonego odciągu soku, np. 140—150% zamiast 115 — 120%. Najszkodliwszym okazał się wpływ zbyt wysokiej temperatury, prowadzący do bardzo znacznego obniżenia szybkości cedzenia i jakości soku. Również szkodliwie działa długie przechowanie i ewentualne nadpsucie się buraków.

Szczegółowe analizy soków dyfuzyjnych i oczyszczonych (gęstych) oraz błot defeko-saturacyjnych prowadzą do ciekawych wniosków, np. że głównym czynnikiem złego cedzenia błota jest zwiększona zawartość związków pektynowych. Dalsze studia nad wpływem sposobów roboty na stacji dyfuzyjnej na oczyszczanie soków mamy zamiar kontynuować w czasie kampanji 1937/38 r.

## III. Szczegółowe analizy błot defeko-saturacyjnych.

W związku ze studiami naszymi nad oczyszczaniem soków, rozpoczęliśmy w 1935/36 r., przy współpracy pp. J. Zaleskiego, W. Reichera i Wł. Żero, analizy błot z cukrowni polskich. Warto tu zauważyć, że szczegółowe analizy błot nie były już wykonywane od lat ok. 30-tu, w przeciągu których zarówno jakość materiału buraczanego jak sposoby otrzymywania i oczyszczania soków uległy znacznemu postępowi. Również nasza wiedza o niecukrach (np. związkach pektynowych) i metodyka analityczna znacznie się rozszerzyły. Jednym z celów naszej pracy jest dokładne oznaczenie ilości niecukrów organicznych w suchej bezcukrowej substancji błota. Po dokładnym oznaczeniu ilości „popiołu" i jego składu ($SiO_2$, $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, $CaO$, $MgO$, $SO_3$, $P_2O_5$) oraz $CO_2$ w błocie grupujemy odpowiednio mineralne składniki [$CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, $CaSO_4$, $MgCO_3$, jony $Ca^{••}$ soli organicznych] i odejmując ich zawartość od 100 otrzymujemy ilość niecukrów organicznych; waha się ona zwykle od 12 do 22%.

Dalej oznaczamy w błocie zawartość „koloidów organicznych", nierozpuszczalnych w kwasie solnym o $pH =$ ok. 2.0, i oddzielnie zawartość białka w błocie i w koloidach organicznych, oraz zawartość w tych koloidach — surowej kwaśnej saponiny buraczanej. Opracowujemy obecnie metody oznaczania w błotach (ewentualnie w sokach) substancyj pektynowych, mianowicie arabanu i kwasu poligalakturonowego. Oznaczamy ponadto ciężar właściwy suchej substancji błota. We wskazany sposób przeanalizowane zostały lub będą: 8 błot fabrycznych z kampanii 1935/36 r., ok. 40 błot z 1936/37 r., kilkanaście błot z ostatniej kampanii w cukrowni doświadczalnej. Za pomocą szczegółowej analizy błot i oznaczenia ilości błota udało nam się w swoim czasie ustalić, że użycie więk-

szej ilości wapna — 1,5°/₀ zamiast 1,0°/₀ — zwiększa o 10 — 15°/₀, niezależnie od sposobu wykonania defekacji, ilość niecukrów organicznych, usuniętych z soku. Obecnie, wspólnie z p. inż. St. A. Kossem, udowodniliśmy, że „teoretyczna" dawka (0,2°/₀) wapna strąca o ok. 40% mniej niecukrów organicznych niż zwykła dawka (1,5°/₀).

Wykonane przez nas analizy błot, rzucając dużo światła na współczesne procesy otrzymania i oczyszczania soków, ułatwią nam prawidłową ocenę pracy poszczególnych cukrowni i dopomogą w dalszych postępach techniki cukrowniczej.

## IV. Środki pomocnicze do cedzenia i odbarwiania soków.

Do liczby materiałów cedzących i odbarwiających, stosowanych w cukrownictwie, przybył przed dwoma laty nowy środek, wypuszczony przez holenderską fabrykę „Industrieele Maatschappij Activit N. V." pod nazwą „Collactivit". Jest to produkt częściowego zwęglenia materiału organicznego, np. trocin drzewnych, działaniem stężonego kwasu siarkowego, w temperaturze 200 — 250°. Jest to substancja koloidalna, w rodzaju kwasu huminowego, posiadająca, w świeżo otrzymanym i przemytym stanie, znaczną zdolność do odbarwiania produktów cukrowniczych i do pochłaniania jonów $Ca^{\cdot\cdot}$ oraz nadająca się do ułatwienia odcedzania koloidalnych mętów. C. L. C. jest, od ukazania się pierwszych wiadomości o tym materiale, w stałym kontakcie z firmą, ogłosiło odpowiedni artykuł p. M. Werkenthin, zbiera w dalszym ciągu nowe dane z literatury (prace Šandery, Spenglera) i przystępuje do własnych doświadczeń. Zaletą tego nowego środka ma być jego, jakoby, niski koszt produkcji, a ma być on wytwarzany w samej cukrowni do własnego użytku. Wartoby na jesieni zorganizować wycieczkę do cukrowni holenderskich, stosujących już Collactivit.

Oceniając korzyści, wypływające z zastosowania do cedzenia mętnych soków i ulepów oczyszczonej ziemi okrzemkowej, C. L. C. poparło usiłowania p. D-ra Wohryzek'a do propagandy rozpowszechnienia w polskich cukrowniach t. zw. celitów, a szczególniej *Hyflo-Supercelu*, wypróbowanego już w Polsce w 1930 r. W tym samym dążeniu wypróbowaliśmy zastosowanie w cukrownictwie pewnych rodzajów krzemionki odpadkowej oraz staramy się zbadać polskie ziemie okrzemkowe. Robimy wreszcie próby zastosowania w przemyśle cukrowniczym pewnego rodzaju „koloidalnej" gliny, tworzącej minerał zwany Bentonitem, napotykany tu i owdzie na terenie Polski.

## V. Inne tematy.

C. L. C. już od kilku lat zajmuje się sprawą przydatności *worków lnianych* do pakowania cukru. Ustalono normy wytrzymałościowe dla tych worków. Ostatnio wspólnie z p. inż. A. Golańskim zajmowaliśmy się kwestią wilgotnienia worków lnianych w porównaniu z jutowymi oraz oznaczeniem innych cech fizycznych tkanin workowych. Badania te wykazały, że stopniowo ulepszane worki lniane pod względem większości cech mechanicznych i fizycznych nie ustępują workom jutowym.

## VI. Dział oczyszczania wód ściekowych.

Podobnie jak poprzednich lat, dział ten, prowadzony obecnie przez p. inż. A. Golańskiego, wykonał ekspertyzy i udzielił porad kilku cukrowniom, a dla jednej z cukrowni opracował projekt nowych urządzeń do racjonalnego oczyszczania wód ściekowych. Pan inż. Golański zapoznał się bliżej z działalnością Stacji Rybackiej w Bydgoszczy, kierowanej przez p. Wł. Kulmatyckiego, oraz z urządzeniami i pracami Warszawskiej Stacji Oczyszczania Ścieków, kierowanej przez p. inż. H. Przyłęckiego. Byłoby rzeczą pożyteczną wysłanie p. inż. Golańskiego zagranicę celem zapoznania się z dzisiejszym stanem i z ostatnimi postępami techniki oczyszczania przemysłowych wód ściekowych. Pan prezes L. Nowakowski i prof. K. Smoleński, jako delegaci Przemysłu Cukrowniczego, przyjmują nadal udział w pracach Międzywojewódzkiego Komitetu Ochrony Rzek przed zanieczyszczeniem.

## VII. Dział analityczny.

Szczegółowe sprawozdania tego działu, prowadzonego przez pp. J. Zaleskiego i W. Reichera, podane są, jak zwykle, w „Gazecie Cukrowniczej" i w „Pracach C. L. C.". Liczba analiz cukrów surowych, z powodu znacznego ograniczenia eksportu, zmniejszyła się w 1935/36 r. do ok. 900, a obecnie ulega dalszemu skurczeniu, co powoduje znaczne zmniejszenie wpływów budżetowych C. L. C.

Staraniem p. inż. W. Reichera wydano w postaci broszury „Analizy polskich węgli kamiennych", wykonane w C. L. C. w latach 1926—1935. Czytelnik ze sfer przemysłowych znajdzie w tej broszurze materiał do przybliżonej oceny polskich węgli, różnych gatunków i różnego pochodzenia. Tenże inż. W. Reicher opracował kwestię „Olejów turbinowych", o czym już była mowa w rodziale I.

Inż. J. Zaleski opracował metodę oznaczania sacharozy i cukru przemienionego w mieszankach kawowych, produkowanych przez pewne firmy na potrzeby wojska, przyczyniając się w ten sposób do usunięcia nieporozumień między tymi firmami a wojskiem i cukrowniami. Dział analityczny opracował też pewne materiały dla Delegacji Polskiej na Zjazd Analityki Cukrowniczej w Londynie, o czym patrz dalej.

## VIII. Zjazd Międzynarodowej Komisji Analityki Cukrowniczej w Londynie.

W Zjeździe tym, który odbył się w pierwszych dniach września 1936 r. w Londynie, jako delegaci Polskiego Przemysłu Cukrowniczego i Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej, przyjęli udział: prof. K. Smoleński, inż. M. Werkenthin i inż. T. Pietrzykowski. Delegaci Polski byli referentami lub koreferentami w wielu ważnych kwestiach, rozpatrywanych przez Zjazd. Odbicie tej działalności znaleźć można w oficjalnym sprawozdaniu ze Zjazdu, drukowanym obecnie w „Gazecie Cukrowniczej oraz w artykule p. t. „IX Zjazd Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej"[2]).

---

[2]) Gaz. Cukr. **79**, (1936), 222 oraz Prace niniejsze Nr. XVI.

Prof. K. Smoleński przedstawił referat „Metody oceny wartości przemysłowej węgli aktywowanych“, którego tezy przyjęte zostały przez Zjazd. Inż. J. Zaleski zebrał wydrukowane w Gazecie opisy głównych metod oznaczania cukru przemienionego i ułożył graficzną tablicę, ilustrującą te metody w ich genetycznym powiązaniu; Tablica ta miała na Zjeździe wielkie powodzenie i wydrukowana została w oficjalnym sprawozdaniu. Inż. M. Werkenthin, wspólnie z działem analitycznym, wykonała liczne doświadczenia porównawcze nad klarowaniem roztworów cukrów surowych bądź suchym octanem ołowiu bądź jego roztworem; wyniki przedstawiono Zjazdowi.

Dużo pracy inż. M. Werkenthin włożyła w sprawę „Oceny zdolności afinacyjnej cukrów surowych“, a szczególniej w porównanie metody Berlińskiego Instytutu i czeskiej metody D-ra Šandery. Praca jej znalazła odbicie w artykule umieszczonym w „Gazecie Cukrowniczej” i pozwoliła Delegacji Polskiej zająć na Zjeździe określone stanowisko. Inż. T. Pietrzykowski wykonał był liczne oznaczenia popiołu w cukrach surowych i w cukrach białych metodą konduktometryczną i zwykłą i przyjął udział w dyskusji w odpowiednich sekcjach. Delegacja Polska wysunęła propozycję podwyższenia przyjętej dziś w międzynarodowym handlu cukrem surowym bazy Rendement 88$^0$ do 92$^0$.

Następny X Zjazd ma się odbyć w 1940 r. w Berlinie.

## IX. Prace ściślej naukowe.

Pod kierunkiem K. Smoleńskiego, jako profesora Politechniki, prowadzone są w Zakładzie Technologii Węglowodanów stale prace naukowe przez studentów-dyplomantów, przez osoby ubiegające się o stopień doktora nauk technicznych, przez asystentów zakładu i t. p. Tematy tych prac stoją zwykle w związku z zagadnieniami, interesującymi przemysł cukrowniczy.

Jednoczesne spełnianie obowiązków kierownika C.L.C. i profesora Politechniki daje K. Smoleńskiemu możność koordynowania prac naukowych z praktycznymi tematami, opracowywanymi w C.L.C.

W 1936 roku prowadzone były prace na następujące tematy:

1) *Szybkość saturacji.* Ten temat znajduje się w opracowaniu już od 4 lat. Prace prowadzone były równolegle według dwóch metod: 1) metoda uproszczona, której wykonanie zbliżone jest do fabrycznej saturacji w kotle; w metodzie tej oznacza się tylko ogólny czas potrzebny do odsaturowania roztworu w danych warunkach; 2) metoda precyzyjna, z zastosowaniem interferometru, pozwalającego wyznaczyć szybkość saturacji periodycznej w każdym momencie jej trwania. Według tej ostatniej metody wykonane zostało obszerne badanie przez p. T. Pietrzykowskiego, obecnie wydrukowane i złożone jako rozprawa doktorska. Według uproszczonej metody wykonane były dawniej prace pp. inż. Tomczyńskiego, Różańskiego i Filipkowskiego; oznaczono dokładnie wpływ: ilości wapna, stężenia $CO_2$ w gazie, temperatury, szybkości przepuszczania gazu, stężenia sacharozy, mieszania roztworu i t. d. Obecnie prowadzone są przez pp. inż. Wiejaka i Egiejmana studia nad szybkością *saturacji ciągłej*: porównanie z periodyczną, porównanie przeciwprądowej saturacji z równoległoprądową, wpływ szybkości przechodzenia soku.

2) *Rozpuszczalność wapna w wodzie i w roztworach sacharozy.* Temat ten studiowany jest od kilku lat, początkowo wspólnie z pp. inż. Wł. Żero i Choderem (ogłoszono drukiem). Dalsze badania wykonali: p. Gdański, który wyjaśnił wpływ nadmiaru wapna, p. Sucharczuk, wpływ ogrzewania po rozpuszczeniu wapna w niskiej temperaturze i odwrotnie i p. Kokoszko, który porównał rozpuszczalność suchego tlenku wapnia w różnych temperaturach w porównaniu z zawiesiną wodorotlenku wapniowego.

Ze względów teoretycznych zajęliśmy się też ostatnio, wspólnie z p. Kornblitęm, otrzymywaniem czystych *cukrzanów barowych i strontowych.*

3) *Rola kwaśnej saponiny w procesach fabrykacji cukru* jest tematem będącej obecnie na ukończeniu pracy doktorskiej p. inż. A. Żelaznego, stypendysty fundacji imienia Zaglenicznego.

4) *Wpływ warunków strącania* $CaCO_3$ *na szybkość cedzenia,* temat rozprawy doktorskiej p. inż. R. Krzętowskiego; ukończona została część I, w której strąt $CaCO_3$ otrzymywano zlewaniem roztworów octanu wapnia i sody; wyjaśniono wpływ: temperatury stącania, czasu stabilizacji, stężenia sacharozy, *pH*, pewnych niecukrów i t. d.

5) *Zdolność adsorpcyjna (odbarwiająca) węglanu wapniowego w momencie strącania* — praca habilitacyjna p. doktora F. Polaka, obecnie ukończona.

Warszawa, Marzec, 1937. *Prof. K. Smoleński.*



I.

Prof. K. SMOLEŃSKI.

# Studia nad różnymi sposobami wykonania defekacji*).

## Komunikat III.[1])

W licznych pracach, ogłoszonych drukiem w „Gazecie Cukrowniczej" w latach 1930—1935, podałem wyniki badań i doświadczeń, wykonanych przez C.L.C., zarówno na warsztacie fabrycznym, jako też w cukrowni doświadczalnej, a dotyczących porównawczej wartości różnych sposobów wykonania defekacji, ze szczególnym uwzględnieniem t. zw. „defekacji wstępnej" w różnych odmianach jej wykonania. Streszczenie głównych wyników tych prac, jako też badań, wykonanych na ten sam temat w innych krajach, znaleźć można w odczycie moim p. t. „Dzisiejszy stan kwestii oczyszczania soków cukrowniczych"[2]).

W komunikacie niniejszym podane będą wyniki dalszych doświadczeń, wykonanych w 1934/35 i 1935/36 r. Doświadczenia te częściowo uzupełniają i rozwijają dawniej wykonane próby, częściowo dotyczą pewnych nowych tematów. Wszystkie doświadczenia wykonane były w cukrowni doświadczalnej na Politechnice, według ogólnej—stosowanej przez nas oddawna—metodyki, dość szczegółowo opisanej w „Gazecie Cukrowniczej"[3]). Przypominamy, że podstawą tej metodyki jest wykonanie każdej serii doświadczeń, w której w porównywane są między sobą pewne sposoby oczyszczania soków, z tym samym sokiem dyfuzyjnym.

W wykonaniu doświadczeń przyjęli udział: p. inż. M. Werkenthin, inż. W. Żero, inż. R. Krzętowski, inż. W. Jurewicz, inż. M. Głowacki, inż. A. Golański, inż. M. Kowalewski. Wszystkim tym osobom składam serdeczne podziękowanie za ich owocną pracę.

---

*) Gaz. Cukr., **80**, (1937), 200.

1) Porównaj Gaz. Cukr., **75**, (1934), 157 i 195 oraz „Prace C. L. C.", (1934), 37.

2) Gaz. Cukr., **77**, (1935), 35 i 69 oraz „Prace C. L. C.", (1935), 16.

3) Gaz. Cukr., **78**, (1936), 29 oraz „Prace C. L. C.", (1935), 93.

## I. Porównanie kilku sposobów wykonania defekacji na sokach z buraków różnej jakości.

W dawniej opisanych studiach naszych porównywaliśmy różne sposoby wykonania defekacji, używając stale buraków tego samego pochodzenia (z cukrowni D.) Były to buraki bardzo wysokiej jakości, dające soki gęste o czystości 95—96 i o niskim zabarwieniu 5—7° St. Przed krajalnicą buraki, przerabiane zwykle w styczniu—lutym, były sortowane, z odrzucaniem bardziej nadpsutych egzemplarzy lub z obcinaniem nadpsutej części, dzięki czemu soki dyfuzyjne zawierały bardzo mało substancyj redukujących i innych przykrych niecukrów. Sprzyjało to również otrzymaniu bardzo dobrych soków dyfuzyjnych i oczyszczonych.

Powstało pytanie, czy osiągane przez nas wyniki i wnioski praktyczne z nich wyciągnięte posiadają znaczenie ogólne, czy sprawdzą się na innych, innego pochodzenia burakach, a szczególniej na burakach znacznie gorszej jakości. Wobec tego w kampanii naszej 1934/35 r. postaraliśmy się o możność przerabiania kilku rodzajów buraków, pochodzących z różnych dzielnic Polski, o zawartości cukru wahającej się od 14 do 19% i o czystości soku od 84 do 91.

W Tablicy I zgrupowane są wyniki doświadczeń, wykonanych na sokach z 6 rodzajów buraków: D.E., D.Z., J., L., H. i O. Jakość buraków i soków scharakteryzowana jest w pozycjach: zawartość cukru w buraku, *Bx* i spółczynnik czystości soku dyfuzyjnego oraz przewodnictwo tego soku, oznaczone metodą K. Smoleńskiego i T. Pietrzykowskiego [4]) Oznaczaliśmy też w sokach dyfuzyjnych zawartość cukru przemienionego, jako ilość *mg Cu* z 10 *g* soku, i kwasowość, jako *pH* (kolorymetrycznie). Buraki o najwyższej zawartości cukru (D.E., D.Z. i J.) dały soki dyfuzyjne o najwyższej czystości i najmniejszej zawartości popiołu (przewodnictwo). Ze spadkiem zawartości cukru—spadała czystość i wzrastała zawartość popiołu.

Porównaliśmy między sobą następujące sposoby wykonania defekacji, stosując zawsze tę samą ilość wapna na sok, a mianowicie 1,5 *g CaO* na 100 $cm^3$ soku surowego:

1) *defekację zwykłą* (gorącą), wykonywaną w ten sposób, że do soku, zagrzanego do 80° dodawano odrazu i szybko całą porcję mleka wapiennego, mieszano 10 min., saturowano w temperaturze 80° dwutlenkiem węgla (z „bomby") aż do alkaliczności 0,06—0,07 (5—6 min.), zagrzewano do 90°, cedzono (pomiar szybkości cedzenia), ewentualnie przemywano błoto, zagrzewano do 90°, saturowano do alkaliczności 0,01, zagrzewano do 95°, cedzono i zagęszczano pod próżnią do ok. 60° *Bx*.

2) *defekację wstępną, zimną*: do soku dyfuzyjnego, zagrzanego do 40°, dodawano tyle mleka wapiennego (zwykle ok. 0,17—0,20 *g CaO* na 100 $cm^3$ soku), ażeby alkaliczność soku, po zagrzaniu i odcedzeniu, wynosiła 0,06—0,07 (*pH* ok. 11,0; słabe zabarwienie papierka tymoloftaleinowego); poczem zagrzewano szybko do 80°, dodawano główną porcję *CaO*, mieszano 10 min. i t. d., jak wyżej przy zwykłej defekacji.

3) *defekację wstępną gorącą*: do soku, zagrzanego do 80°, dodawano najsampierw wstępną dawkę wapna, ok. 0,18—0,20 *g CaO*, mieszano 1 min., teraz dodawano główną porcję, mieszano 10 min. i t. d.

4) *defekację powolną gorącą*: do soku, zagrzanego do 80°, dodawano powoli, w przeciągu 5 min., całą porcję mleka wapiennego (1,5% *CaO*),

---

[4]) Gaz. Cukr., **75**, (1934), 263; **79**, (1936) 75 oraz „Prace C. L. C.", (1934), 20 i Prace niniejsze art. IV.

cały czas energicznie mieszając, po czym defekowano jeszcze 5 min., zagrzewano sok do 90° i t. d.

Powracając do Tablicy I, zajmiemy się przede wszystkim rozpatrzeniem podanego w końcu tablicy *zestawienia przeciętnych wyników* dla wszystkich rodzajów buraków, t. j. porównaniem względnej wartości opisanych 4-ch sposobów wykonania defekacji. Największą różnicę znajdujemy, podobnie, jak dawniej, w szybkości cedzenia soku I saturacji (podane są czasy odcedzania 2 *l* soku z 2,5 *l* wlanych do leja); najgorzej cedzą się soki, oczyszczone sposobem zwykłej defekacji (25′), najlepiej soki—po powolnej gorącej defekacji (6′). Wyniki te zgodne są z osiągniętymi w 1933/34 roku [5]), z tą tylko różnicą, że obecnie w 1934/35 r. skrócenie czasu cedzenia przez zastosowanie powolnej gorącej defekacji jest jeszcze znaczniejsze, niż w 1933/34 r. Drugie miejsce co do szybkości cedzenia zajmuje w 1934/35 r., podobnie jak w 1933/34 r., defekacja wstępna gorąca. Znacznie wolniejsze cedzenie, podobnie jak dawniej, dała wstępna zimna defekacja. Co dotyczy zabarwienia soków, to różnica dla różnych sposobów defekacji nie jest zbyt znaczna; najniższe zabarwienie daje wstępna zimna. Różnice w zawartości soli wapniowych, popiołu i spółczynnika czystości, zawsze na niekorzyść defekacji zwykłej, są nieznaczne, prawie leżące w granicy błędu analitycznego.

Podkreślamy, że w wyniku kilkuletnich naszych studiów, zawsze znajdujemy, że *defekacja wstępna gorąca*, a jeszcze bardziej *powolna gorąca*, dają znacznie lepszą szybkość cedzenia, aniżeli defekacja wstępna zimna.

Przechodzimy teraz do rozpatrzenia wyników, osiągniętych na *różnych rodzajach buraków*. Stwierdzamy przede wszystkim, że jakość otrzymanych soków gęstych, przy tej samej metodzie oczyszczania, np. przy defekacji zwykłej, zmienia się równolegle ze zmianą jakości soku dyfuzyjgo. Wysokiej czystości i małej zawartości popiołu w soku dyfuzyjnym odpowiadają wysokie czystości i niska zawartość popiołu w oczyszczonych sokach gęstych. Podobnie mają się do siebie stosunki zabarwień i soli wapniowych, t. j. soki gęste z lepszych, o wyższej czystości, soków dyfuzyjnych, mają na ogół niższe zabarwienie i niższą zawartość soli wapniowych; jednakże nie ma tu już tak ścisłej równoległości, jak dla spółczynników czystości. Te ostatnie odchylenia znajdują dostateczne wytłumaczenie w tym—wielokrotnie przez nas i innych badaczy stwierdzonym—fakcie, iż zabarwienie soku oczyszczonego i zawartość w nim soli wapniowych zależą nie tylko od ogólnej jakości soku dyfuzyjnego (i buraka), wyrażającej się w czystości i popiele, lecz—w jeszcze większym stopniu—od zawartości w nim cukru przemienionego i pewnych innych niecukrów, powstających np. przy długotrwałym lub niepomyślnym przechowaniu buraków, a niekiedy wskutek pewnych błędów, popełnianych w robocie stacji otrzymywania soku z buraka. Główną przyczyną silniejszego zabarwienia soków jest niewątpliwie większa ilość cukru przemienionego w soku dyfuzyjnym i zdarza się np., że z najlepszych nawet buraków otrzymuje się bardzo ciemne soki, jeżeli buraki uległy zagrzaniu się w kopcach.

To też stałe oznaczanie cukru przemienionego w soku dyfuzyjnym, tak przecie łatwe do wykonania, można gorąco polecać każdej cukrowni, która pragnie mieć stale soki o niskim zabarwieniu i małej zawartości soli wapniowych. Gdyby zamiast zwykłej analizy soku dyfuzyjnego: *Bx-Ck-Cz,*

---

[5]) Gaz. Cukr. **75**, (1934), 157 i 195, Tablica V oraz „Prace C. L. C.“, (1934), 39.

TABLICA I.

*Porównanie defekacji zwykłej z defekacją wstępną zimną, wstępną gorącą i powolną gorącą, na sokach z buraków różnej jakości.*

*1,5% CaO na sok.* *1934/35*

**A. Buraki D. E.**

Cukru w burakach . . . 18,7
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 16,1
„ „ czystość *Q*. 90,7
Przewodnictwo λ. . . . 449

| Seria doświad. | Sposób wykonania defekacji | Czas cedzenia soku I sat. | Sok gęsty na 100 *Bx* Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I i II 1934/34 | 1) Defekacja zwykła | 33'21" | 8,7° | 25 | 1,353 | 95,6 |
| | 1) Defekacja wstępna zimna | 15'10" | 7,1° | 22 | 1,335 | 95,6 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 9'30" | 7,5° | 23 | 1,331 | 95,6 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 6'49" | 8,0° | 21 | 1,330 | 95,7 |

**B. Buraki D. Z.**

Cukru w burakach . . . 18,7
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 16,5
„ „ czystość *Q* . 91,3
Przewodnictwo λ. . . . 367

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| XVI 1934/35 | 1) Defekacja zwykła | 25'00" | 6,7° | 29 | 1,072 | 96,4 |
| | 2) Defekacja wstępna zimna | 14'45" | 6,0° | 26 | 1,070 | 96,3 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 8'42" | 6,8° | 24 | 1,066 | 96,4 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 6'58" | 6,8° | 25 | 1,066 | 96,4 |

**C. Buraki J.**

Cukru w burakach . . . 17,9
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 15,8
„ „ czystość *Q* . 90,8
Przewodnictwo λ . . . 420

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| XIV 1934/35 | 1) Defekacja zwykła | 19'02" | 8,8° | 42 | 1,244 | 96,2 |
| | 2) Defekacja wstępna zimna | 17'20" | 7,9° | 39 | 1,242 | 96,3 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 7'32" | 8,7° | 40 | 1,232 | 96,3 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 6'17" | 8,6° | 36 | 1,233 | 96,2 |

## D. Buraki L.

Cukru w burakach . . . 16,6
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 14,8
„ „ czystość *Q*. 88,8
Przewodnictwo λ . . . . 528

| Seria doświad. | Sposób wykonania defekacji | Czas cedzenia soku I saturacji | Sok gęsty na 100 *Bx* Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| XV | 1) Defekacja zwykła | 31′42″ | 10,7° | 47 | 1,600 | 95,0 |
| 1934/35 r. | 2) Defekacja wstępna zimna | 18′27″ | 10,4° | 46 | 1,584 | 95,1 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 9′20″ | 10,8° | 45 | 1,585 | 95,1 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 7′02″ | 11,2° | 45 | 1,587 | 95,1 |

## E. Buraki H.

Cukru w burakach . . 15,7%
Sok dyfuzyjny *Bx*. . . 14,9
„ „ czystość *Q*. 87,3
Przewodnictwo λ . . . 741

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| III | 1) Defekacja zwykła | 21′27″ | 16,0° | 103 | 2,546 | 93,1 |
| 1934/35 r. | 2) Defekacja wstępna zimna | 15′00″ | 12,8° | 93 | 2,482 | 93,2 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 7′43″ | 13,5° | 98 | 2,490 | 93,1 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 5′25″ | 13,8° | 102 | 2,495 | 93,1 |

## F. Buraki O.

Cukru w burakach . . . 13,8
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 12,9
„ „ czystość *Q* . 84,5
Przewodnictwo λ . . . 921

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| XIII | 1) Defekacja zwykła | 20′12″ | 15,7° | 73 | 2,622 | 92,8 |
| 1934/35 r. | 2) Defekacja wstępna zimna | 12′15″ | 14,5° | 67 | 2,580 | 92,9 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 5′45″ | 15,2° | 57 | 2,600 | 92,9 |
| | 4) Defekacja powolna gorąca | 3′20″ | 15,4° | 58 | 2,602 | 92,9 |

## Przeciętne dla wszystkich rodzajów buraków.

| Serie doświad. | Sposób wykonania defekacji | Czas cedzenia soku I sat. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
| 1934/35 r. | 1) Defekacja zwykła | 25′8″ | 11,1° | 53 | 1,737 | 94,8 |
| | 2) Defekacja wstępna zimna | 15′28″ | 9,8° | 49 | 1,715 | 94,9 |
| | 3) Defekacja wstępna gorąca | 8′7″ | 10,4° | 48 | 1,717 | 94,9 |
| | 3) Defekacja powolna gorąca | 5′58″ | 10,6° | 47 | 1,718 | 94,9 |

oznaczać w nim stale: *przewodnictwo*, jako miarę popiołu i w ogóle czystości, oraz *cukier przemieniony*, to tym samym mniej więcej wysiłkiem osiągniętoby zamiast dzisiejszej, zwykle fikcyjnej, rzeczywistą charakterystykę soku dyfuzyjnego i jego wartości przerobowej.

Co dotyczy wreszcie tak ważnej sprawy, jak wpływ rodzaju przerabianych buraków na *szybkość cedzenia soku* I saturacji, to tu trudno jest odnaleźć związek między czasem cedzenia, a ogólną jakością buraka i soku, (czystością, zawartością popiołu). Soki z buraków: D. E., D. Z. i J., posiadające prawie jednakowe czystości (wysokie!) i przewodnictwo, cedzą się — przy defekacji zwykłej — z silnie różniącą się szybkością, wyrażoną: 33′, 25′ i 19′. Soki z tych samych buraków, ale z zastosowaniem defekacji wstępnej lub powolnej, posiadają równiejsze czasy cedzenia. Soki z buraków gorszych i najgorszych bynajmniej nie cedzą się gorzej, aniżeli soki z najlepszych buraków, ale nawet—w pewnych przypadkach—lepiej. Fakt ten może znaleźć częściowe wytłumaczenie w użyciu, w przypadku gorszych soków, większej ilości wapna, licząc na 100 *Bx*, stosowaliśmy bowiem jednakową ilość *CaO* na 100 $cm^3$ soku, a soki z gorszych buraków były rzadsze. Soki z gorszych buraków, jako rzadsze, posiadały też mniejszą lepkość, co zwiększało szybkość cedzenia. W każdym razie próby klasyfikowania buraków na zasadzie szybkości cedzenia soków w doświadczalnej fabryczce, przedsiębrane przez pewnych autorów w ostatnich latach, nie wytrzymują, prawdopodobnie, krytyki. Szybkość cedzenia jest funkcją nie tyle rodzaju buraków, ile stopnia ich przechowania i sposobu prowadzenia baterii dyfuzyjnej. Soki z nadpsutych buraków, soki przegrzane w baterii dyfuzyjnej i t. p. cedzą się źle, prawdopodobnie z powodu większej zawartości substancyj pektynowych.

Przechodzimy do rozpatrzenia głównego tematu opisywanych doświadczeń: czy skutki, znalezione przez nas dawniej dla różnych sposobów wykonania defekacji, są takie same *dla soków z różnych rodzajów buraka?* Uważne rozpatrzenie poszczególnych doświadczeń, przytoczonych w Tablicy I, prowadzi do wniosku, że wpływ tego czy innego sposobu wykonania defekacji jest ten sam, niezależnie od rodzaju buraków. Zarówno najlepsze, jak najgorsze buraki, dały największą szybkość cedzenia przy zastosowaniu powolnej gorącej defekacji, a najmniejszą przy zwykłej defekacji. Zimna defekacja wstępna dawała zawsze najniższe zabarwienie soków i t. d. Ogólny charakter różnic dla różnych rodzajów buraka jest zawsze taki sam, jak,

znaleziono dla przeciętnych z wielu doświadczeń 1934/35 roku i poprzednich lat.

Z doświadczeń naszych zdaje się niezbicie wynikać, że osiągnięcie *największej szybkości* cedzenia soków z polskich buraków wymaga zastosowania *gorącej powolnej lub wstępnej defekacji*. Tymczasem w praktyce cukrowni naszych przyjęła się, prawie wyłącznie, zimna defekacja wstępna, dająca, w polskich warunkach, według naszych doświadczeń, mniejszą szybkość cedzenia, aczkolwiek nieco lepsze soki. Zdaniem naszym, które już parokrotnie wypowiedzieliśmy, cukrownie nasze powinny zaopatrzyć się w urządzenia do wykonania także gorącej defekacji wstępnej i powolnej ażeby w razie nieco gorzej cedzących się soków móc wyprobować i te rodzaje defekacji. Urządzenia te są bardzo proste. Mierniczek dodatkowy mleka wapiennego do wstępnej dawki wapna, ustawiony na stacji defekacji (głównej, gorącej), wystarczy do defekacji wstępnej gorącej. Do wykonania defekacji powolnej gorącej, przy defekacji periodycznej: zwężenie wylotu rury, doprowadzającej mleko wapienne do soku, nadanie większej liczby obrotów mieszadłu w defekatorze, np. $n = 30 - 40$, a w najgorszym razie — ustawienie dodatkowego defekatora! Sposób wykonania powolnej defekacji: należy uprzednio nabrać do defekatora (prawie) całą ilość soku dyfuzyjnego, wtedy dopiero zacząć dopuszczanie mleka wapiennego p o w o l i, tak, aby trwało ono przynajmniej p i ę ć minut, a po dodaniu wapna mieszać jeszcze sok (przynajmniej) pięć minut.

## II. Porównanie kilku sposobów wykonania defekacji w 1935/36 r.

Doświadczenia, wykonane przez nas w latach 1931/32, 32/33, 33/34 i 34/35 przekonały nas dostatecznie o zaletach, jakie posiada *defekacja wstępna,* w tej czy innej jej modyfikacji, w porównaniu ze zwykłym sposobem roboty: znaczne zwiększenie szybkości cedzenia i pewna poprawa jakości soku—oto stale występujący skutek dodatni. Natomiast porównanie między sobą różnych odmian defekacji wstępnej, jako to: wstępnej zimnej lub gorącej, stopniowej defekacji D ě d e k'a, powolnej defekacji S m o l e ń s k i e g o, zimnej lub gorącej, sposobu T r o y e'go i t. p., w celu orzeczenia, który z tych sposobów daje najlepszy skutek, zawsze jeszcze wymaga dalszych studiów. Z tą myślą wykonaliśmy i w 1935/36 r. doświadczenia porównawcze dla następujących sposobów: 1) *wstępnej zimnej defekacji,* 2) *sposobu* D ě d e k'a, 3) *powolnej zimnej defekacji* i 4) *powolnej gorącej defekacji.* Sposób D ě d e k'a wykonany był w następującej interpretacji: do soku dyfuzyjnego, zagrzanego do 40°, dodawano powoli, w przeciągu 20 minut, ilość mleka wapiennego, odpowiadającą 0,35°/₀ *CaO*, zagrzewano szybko do 80°, dodawano resztę wapna i mieszano jeszcze 5 min. Doświadczenia porównawcze wielokrotnie powtórzono, stosując soki z różnych buraków. Tablica II podaje przeciętne wyniki. Największą szybkość cedzenia dał sposób D ě d e k'a i powolna gorąca defekacja, najmniejszą — wstępna zimna defekacja; najniższe zabarwienie soków przypadło w udziale powolnej zimnej defekacji, najwyższe—powolnej gorącej defekacji. Najniższą zawartość soli wapniowych i popiołu oraz najwyższą czystość dała powolna gorąca defekacja. Sumarycznie i praktycznie biorąc, należałoby uznać za najlepsze z wypróbowanych metod: *sposób Dědek'a* i *powolną gorącą defekację.* Zresztą w poszczególnych latach między wartością różnych odmian wstępnej defekacji następują przesunięcia.

TABLICA II.

*Porównanie kilku sposobów wykonania defekacji, a mianowicie: 1) wstępnej zimnej, 2) sposobu Dědeka, 3) powolnej zimnej, 4) powolnej gorącej.*

*Przeciętne z 55 seryj doświadczeń.*

*1,5% CaO na sok.* *1935/36 r.*

| Rodzaj defekacji | Czas cedzenia soku I sat. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
| 1) Wstępna zimna | 12′40″ | 11,0° | 103 | 1,568 | 94,42 |
| 2) Sposób Dědek'a | 7′20″ | 10,1° | 95 | 1,548 | 94,47 |
| 3) Powolna zimna | 9′30″ | 8,6° | 105 | 1,559 | 94,50 |
| 4) Powolna gorąca | 7′45″ | 12,0° | 84 | 1,530 | 94,60 |

## III. Wpływ ilości użytego na defekacji wapna na oczyszczanie soków.

Już w poprzednich latach parokrotnie wykonaliśmy doświadczenia w celu przekonania się, jak wpływa wielkość dawki wapna na oczyszczanie soków i znaleźliśmy, że — niezależnie od metody wykonania defekacji, według zwykłego sposobu czy z zastosowaniem defekacji wstępnej — *użycie większej dawki wapna* (do pewnej granicy) daje zawsze *efekt dodatni*: większą szybkość cedzenia i lepszą jakość soków.

TABLICA III.

*Wpływ ilości użytego na defekacji wapna na oczyszczanie soków.*
*Sposób oczyszczania: defekacja wstępna — zimna, główna — gorąca.*

**A. Lepsze buraki.** *1934/35.*

Cukru w burakach . . . 18,5
Sok dyfuzyjny *Bx* . . . 16,0
„ „ czystoćć . . 89,5
Przewodnictwo λ . . . 439

| Seria dośw. | Ilość użytego *CaO, g/100cm³* soku | Czas cedzenia soku I satur. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | Spółczynnik czystości *Q* | Stosunek *nc* org. / pop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | | |
| XVII | 0,5% | 40′47″ | 21,1° | 156 | 1,532 | 94,6 | 2,53 |
| 1934/35 | 1,0% | 18′15″ | 14,8° | 84 | 1,440 | 95,3 | 2,27 |
| | 1,5% | 14′35″ | 11,0° | 45 | 1,392 | 95,6 | 2,17 |
| | 2,0% | 8′50″ | 9,6° | 34 | 1,373 | 95,65 | 2,18 |

### B. Gorsze buraki.

Cukru w burakach . . 15,2%
Sok dyfuzyjny *Bx* . . 15,0
" " czystość . 87,6
Przewodnictwo λ . . 636

| Seria doświad. | Ilość użytego *CaO*, *g*/100 *cm*³ soku | Czas cedzenia soku I sat. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | Spółcz. czystości *Q* | Stosun. *nc.* org. / pop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | | |
| XVIII | 0,5% | 67'55" | 30,7° | 354 | 2,315 | 92,0 | 2,47 |
| 1934/35 r. | 1,0% | 12'32" | 22,3° | 195 | 2,183 | 92,6 | 2,39 |
| | 1,5% | 7'39" | 17,2° | 139 | 2,100 | 93,2 | 2,24 |
| | 2,0% | 5'42" | 16,1° | 105 | 2,060 | 93,5 | 2,15 |

### A. Lepsze buraki. *1935/36 r.*

Cukru w burakach . . 18,1%
Sok dyfuzyjny *Bx* . . 17,0
" " czystość . 90,0
Przewodnictwo λ . . 498

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XIX | 0,5% *CaO* | 41'10" | 11,8° | 166 | 1,575 | 94,9 | 2,25 |
| 1935/36 r. | 1,0% *CaO* | 17'10" | 7,8° | 79 | 1,502 | 95,4 | 2,07 |
| | 1,5% *CaO* | 9'50" | 6,3° | 43 | 1,479 | 95,6 | 2,00 |
| | 2,0% *CaO* | 7'00" | 5,3° | 33 | 1,439 | 95,7 | 2,00 |

### B. Gorsze buraki.

Cukru w burakach . . 16,5
Sok dyfuzyjny *Bx* . . 15,3
" " czystość . 88,1
Przewodnictwo λ . . 580

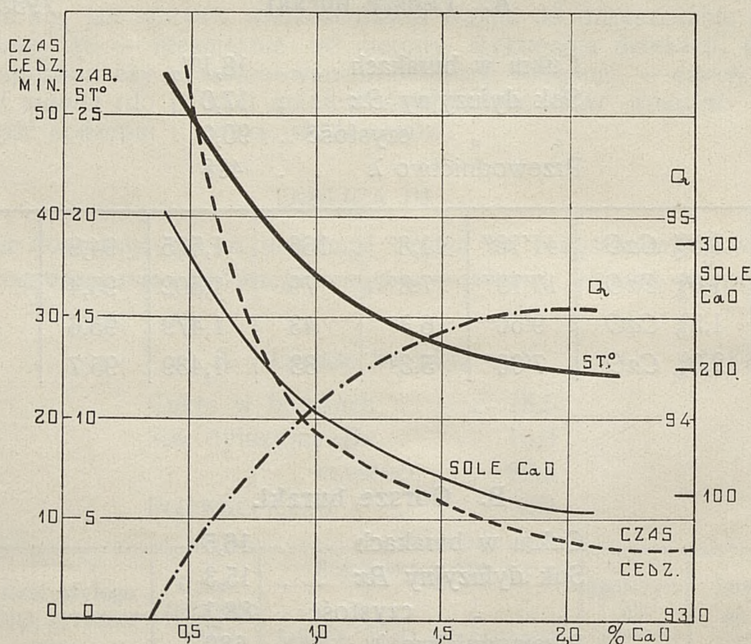
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XXI | 0,5% *CaO* | 56'30" | 33,6° | 462 | 2,080 | 92,0 | 2,85 |
| 1935/36 r. | 1,0% *CaO* | 25'55" | 23,5° | 290 | 1,953 | 93,0 | 2,59 |
| | 1,5% *CaO* | 14'16" | 19,0° | 222 | 1,872 | 93,3 | 2,58 |
| | 2,0% *CaO* | 8'45" | 16,9° | 160 | 1,792 | 93,4 | 2,68 |

**Przeciętne dla wszystkich prób z 1934/35 i 1935/36 r.**

| Serie dośw. | Ilość użytego wapna | Czas cedzenia soku po I sat. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* | $\eta$ |
| XVII i XVIII 1934/35 r. i XIX i XXI 1935/36 r. | 0,5% *CaO* | 51'35" | 24,3° | 284 | 1,875 | 93,37 | 2,54 |
| | 1,0% *CaO* | 18'28" | 17,1° | 162 | 1,769 | 94,07 | 2,35 |
| | 1,5% *CaO* | 11'33" | 13,4° | 112 | 1,711 | 94,42 | 2,26 |
| | 2,0% *CaO* | 7'34" | 12,0° | 83 | 1,666 | 94,55 | 2,26 |

Sprawę, o której tu mówimy uważaliśmy za tak ważną, iż wykonaliśmy jeszcze w 1934/35 i w 1935/36 r. doświadczenia z zastosowaniem różnych dawek wapna. We wszystkich doświadczeniach stosowaliśmy wstępną defekację zimną, a główną — gorącą. Dawki wapna wypróbowano; 0,5% *CaO*, 1,0%, 1,5% i 2,0% na objętość soku. Przerabiano soki zarówno z lepszych jak i z gorszych buraków.

W tablicy III mamy zestawione główne wyniki. Wszystkie poszczególne serie doświadczeń dały analogiczne wyniki. Rozpatrzmy umieszczone




Rys. 1. Zależność szybkości cedzenia i jakości soku oczyszczonego od dawki wapna na defekacji.

w końcu tablicy *przeciętne dane* z obydwóch lat. Widzimy, zgodnie z doświadczeniami dawniejszymi, że w miarę wzrostu dawki wapna: 1) zwiększa się szybkość cedzenia, 2) spada zabarwienie soków, zmniejsza się ilość soli wapniowych i popiołu, 3) wzrasta spółczynnik czystości i 4) spada $\eta$ —

stosunek niecukrów organicznych do popiołu. Uważniejsze rozpatrzenie danych tablicy, a jeszcze lepiej biegu krzywych wykresu rys. 1, wskazuje, że korzyść, osiągana przez zwiększenie dawki wapna w miarę coraz to dalej posuniętego wzrostu tej ostatniej — jest coraz to mniejsza. Ponieważ zaś koszt wapna i innych z jego ilością związanych czynników wciąż wzrasta, więc musi istnieć, w myśl zasady umiaru technologicznego, pewne ***optimum ilości wapna***, zapewniające ***najniższe*** ogólne ***koszty produkcji*** cukru. To optimum jest różne dla różnych warunków, np. dla różnych krajów, i zależy głównie od ustosunkowania się cen: buraków, cukru i wapna. Z biegu krzywych widać, że szybkość cedzenia gwałtownie wzrasta aż do dawki ok. 1,0% *CaO*, a dalsze zwiększenie dawki powoduje już tylko względnie nieznaczne zwiększenie szybkości cedzenia. Co dotyczy wielkości, charakteryzujących jakość soku oczyszczonego (zabarwienie, ilość soli wapniowych, popiołu, czystość), to te ulegają większej poprawie aż do 1,5% *CaO*, po czym zmieniają się już nie tak znacznie. Z danych naszych doświadczeń pozwalamy sobie wyciągnąć wniosek, że cukrownie nasze, produkujące cukier biały konsumcyjny wysokiej jakości, nie powinny, ogólnie biorąc, nawet przy zastosowaniu współczesnych prawidłowo wykonanych sposobów defekacji, zmniejszać dawki wapna, przeciętnie licząc, poniżej 1,5%, ale — dadajmy — nie potrzebują go też, przy prawidłowej robocie, stosować więcej, niż 1,75% *CaO*. Cukrownie, produkujące cukry niższego gatunku lub przerabiające bardzo dobre buraki mogą zmniejszyć dawkę wapna jeszcze dalej; dopuszczalną granicą będzie, prawdopodobnie, 1,0 — 1,2% *CaO*.

## IV. Defekacja „teoretyczną“ dawką wapna.

Przed paru laty wykonaliśmy, wspólnie z inż. M. Werkenthin, próby oczyszczania soku, według propozycji D. Teatini'ego, „teoretyczną“ dawką wapna, t. j. taką ilością, jaką stosuje się na t. zw. „wstępnej“ defekacji, w celu nadania sokowi, po zagrzaniu, *pH* ok. 11,0. Wyniki tamtoczesnych badań[6]) wykazały, że soki defekowane taką dawką

Tablica IV.

*Defekacja „teoretyczną” dawką wapna.*

SERIA II. 1935/36 r.

| Rodzaj defekacji | Czas cedzenia | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* | *Qn* |
| 1) 1,5% *CaO* Wstępna zimna | 10'30" | 12,7° | 137 | 1,695 | 94,4 | 5,6 |
| 2) *Teoretyczna dawka* na zimno | 40'20" | 27,6° | 341 | 1,841 | 93,1 | 6,9 |
| 3) 1,5% *CaO* Wstępna gorąca | 10'10" | 12,9° | 137 | 1,692 | 94,3 | 5,7 |
| 4) *Teoretyczna dawka* na gorąco | 52'15" | 35,0° | 350 | 1,824 | 93,2 | 6,8 |

[6]) Gaz. Cukr. 77 (1935), 233 oraz „Prace C. L. C.“ (1935), 55.

Tablica V.

*Defekacja teoretyczną dawką z pewnymi uzupełnieniami.*

SERIA III. 1935/36 r

| Rodzaj defekacji | Czas cedzenia 1,25 l. soku (z mieszaniem) | Zabarw. soku po I satur. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
| 1) *Teoretyczna dawka* na zimno 0,23% *CaO* | 11'45" | 20,8° | 29,4 | 239 | 1,611 | 93,5 |
| 2) Ditto + 0,37% *CaO* (Razem 0,6% *CaO*) | 11'30" | 15,2° | 22,1 | 237 | 1,733 | 94,0 |
| 3) *Powolna defekacja* 0,35% *CaO* na zimno | 9'10" | 20,0° | 27,0 | 218 | 1,660 | 93,7 |
| 4) Ditto + 0,25% *CaO* (Razem 0,6% *CaO*) | 9'40" | 17,0° | 22,9 | 237 | 1,755 | 94,1 |

Przeciętne z SERYJ IV i V

1935/36 r.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) Wstępna na zimno 1,5% *CaO* | 10'30" (2 *l*) | 12,8° | 17,0° | 195 | 1,702 | 93,7 |
| 2) *Teoretyczna dawka* na zimno, 0,21% *CaO* | 8'45" (1 *l*) | 19,6° | 32,7° | 279 | 1,660 | 92,3 |
| 3) Ditto + 0,39% *CaO* (Razem 0,6% *CaO)* | 7'40" (1 *l*) | 16,2° | 27,6° | 307 | 1,855 | 93,0 |
| 4) *Powolna dawka* 0,35% *CaO* + 0,25% *CaO* (Razem 0,6% *CaO*) | 6'15" (1 *l*) | 16,0° | 25,9° | 325 | 1,864 | 93,0 |

SERIA VI.

*II saturacja $CO_2$ lub $SO_2$*

(*Dalszzy ciąg tablicy V*) 1935/36 r.

| Rodzaj defekacji | Czas cedzenia soku (z mieszaniem) | Zabarw. soku po I satur. | Sok gęsty na 100 *Bx* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zabarw. | *CaOmg* | Popiół | *Q* |
| 1) Wstępna na zimno, 1,5% *CaO*, II sat. $CO_2$ | 11'10" (2 *l*) | 13,8° | 20,8° | 238 | 1,740 | 93,1 |
| 2) Ditto II saturacja $SO_2$ | 12'20" (2 *l*) | 14,2° | 13,9° | 294 | 1,860 | 93,0 |
| 3) Teoretyczna dawka na zimno, 0,20% *CaO* II satur. $CO_2$ | 11'30" (1 *l*) | 23,5° | 38,0° | 308 | 1,620 | 92,1 |
| 4) Ditto na zimno, II satur. $SO_2$ | 12'10" (1 *l*) | 24,2° | 21,0° | 352 | 1,750 | 92,0 |
| 5) Ditto jak nr. 3 0,20% *CaO* + 0,40% *CaO*, II satur. $SO_2$ | 11'00" (1 *l*) | 19,0° | 20,4° | 430 | 1,965 | 92,5 |

wapna (ok. 0,2% *CaO*) oczyszczone są niedostatecznie i posiadają, w porównaniu z sokiem oczyszczonym normalną dawką wapna, wysokie zabarwienie, znaczną zawartość soli wapniowych i niższy spółczynnik czystości; bardzo trudno się cedzą i pienią się przy zagęszczaniu.

Ze względu na pewien rozgłos, jaki zyskał (we Francji) sposób Teatini'ego użycia „minimalnej" dawki wapna („Teatini intégral"), wykonaliśmy w 1935/36 r. dalsze doświadczenia laboratoryjno-techniczne nad zastosowaniem teoretycznej dawki wapna. Powtórzyliśmy więc przede wszystkim, dawniejsze doświadczenia, stosując, z jednej strony, teoretyczną dawkę, ok. 0,23% *CaO*, a z drugiej — normalną dawkę, 1,5% *CaO*. Wyniki, zgrupowane w Tablicy IV, potwierdzają dawniejsze nasze wnioski: „teoretyczna" dawka, użyta bądź na zimno (w 40°) bądź na gorąco (w 80°), dała soki gęste o 2 — 3 razy wyższym zabarwieniu, o $2^1/_2$ razy większej zawartości soli wapniowych i o znacznie niższym spółczynniku czystości, 93,1 zamiast 94,4.

W następnej serji doświadczeń (Tablica V) wprowadziliśmy pewne *zmiany* w sposobie użycia „minimalnej" ilości wapna. Obok użycia „teoretycznej" dawki, 0,23% *CaO*, która po zagrzaniu i odcedzeniu soku dawała alkaliczność ok. 0,06, zastosowaliśmy dawkę 0,35% *CaO*, (próba 3), stopniowo, powoli, w przeciągu 15 min. dodawaną do soku, podobnie jak w sposobie Dědek'a. Sok, tak zdefekowany, posiadał alkaliczność ok. 0,22 i został odsaturowany do alkaliczności ok. 0,06. Osiągnięte w obydwu przypadkach wyniki prawie nie różniły się między sobą. Chcąc się przekonać, czy soki po teoretycznej dawce wapna, nie mogą być poprawione niewielkim dal-

szym dodatkiem wapna, dodaliśmy do poprzednich soków, z 0,23$^0/_0$ *CaO* (próba 2) respective 0,35$^0/_0$ (próba 4), po uprzednim odcedzeniu, tyle wapna, ażeby dawka wyniosła razem 0,6$^0/_0$ *CaO*. Spowodowało to pewną poprawę jakościsoku; obniżenie zabarwienia i podwyższenie czystości; ilość soli wapniowych pozostała prawie bez zmiany. Ilość natomiast popiołu (oznaczonego konduktometrycznie) nie tylko nie spadła, ale nawet wyraźnie wzrosła. Doświadczenia te powtórzyliśmy jeszcze parokrotnie na gorszych sokach, (Serja IV i V, Tablica V), dodając jeszcze defekację normalną dawką 1,5$^0/_0$ *CaO*. Otrzymaliśmy podobne wyniki, świadczące o niedostateczności oczyszczenia „teoretyczną“ dawką. Uzupełnienie teoretycznej dawki dalszym dodatkiem wapna aż do 0,6$^0/_0$ *CaO*, poprawiło znów jakość soków, ich zabarwienie i czystość, które jednak pozostały gorsze, aniżeli przy użyciu normalnej dawki. Zawartość popiołu przy użyciu 0,6$^0/_0$ *CaO* okazała się znów większa, aniżeli przy użyciu 0,21$^0/_0$ *CaO*, wzrosła również zawartość soli wapniowych. Normalna dawka, 1,5$^0/_0$ *CaO*, obniżyła zawartość popiołu i soli wapniowych. Opisane zjawiska można wytłumaczyć, jak następuje. Teoretyczna dawka 0,21% *CaO* daje alkaliczność zbyt jeszcze niską, (*pH* ok. 11,0), tak iż substancje takie jak amidy, cukier przemieniony etc. (które pod wpływem alkaliów ulegają rozkładowi z utworzeniem substancyj kwasowych, wiążących alkalia) nie zostają rozłożone do końca, a ilość utworzonych soli wapniowych i popiołu jest mniejsza, niż przy użyciu nieco większej dawki, powodującej całkowity rozkład wskazanych niecukrów. Soki, zawierające nie rozłożone należycie amidy, cukier przemieniony etc., w dalszym przerobie (fabryczny sok gęsty, cukrzyce) tracą alkaliczność, co powoduje znane szkodliwe następstwa, o ile przez dodatek wapna czy sody alkaliczność nie zostanie przywrócona, z jednoczesnym zwiększeniem zawartości popiołu. Użycie normalnej dużej dawki wapna zmniejsza zawartość soli wapniowych, przez *adsorbujące działanie węglanu wapnia*, powstającego na saturacji. Otrzymujemy wtedy normalne, zdrowe soki, o niskim zabarwieniu i wysokim spółczynniku czystości, obok małej zawartości soli wapniowych.

Chcąc się ostatecznie przekonać, że defekacja teoretyczną dawką daje rzeczywiście gorsze soki, niż użycie normalnej ilości wapna, wykonaliśmy, wspólnie z p. inż. St. A. K o s s e m, analizy odnośnych błot i znaleźliśmy, że ilość niecukrów organicznych, strąconych z 1 litra soku jest w drugim przypadku (1,5$^0/_0$ *CaO*) o ok. 40$^0/_0$ większa aniżeli w pierwszym (0,21$^0/_0$ *CaO*). Możemy więc dziś z całą pewnością twierdzić, że *defekacja teoretyczną dawką daje soki niedostatecznie oczyszczone*. Z czystym też, zdaje się, sumieniem, możemy odradzać cukrowniom polskim, produkującym konsumcyjny cukier biały, stosowanie sposobu „T e a t i n i i n t é g r a l” czy innych podobnych sposobów, używających poniżej 0,5$^0/_0$ *CaO*.

T e a t i n i, w swoim sposobie użycia minimalnej ilości wapna, poddaje sok zdefekowany i odcedzony o alkaliczności ok. 0,07 nie nawęglaniu, lecz siarkowaniu, częściowo z konieczności, gdyż w metodzie jego piec wapienny ma być usunięty, częściowo — w celu silniejszego odbarwienia zbyt ciemnego soku. W opisanych II, III, IV i V seriach stosowaliśmy na II saturacji $CO_2$, w VI serii (patrz dalszy ciąg Tablicy V) porównaliśmy działanie $SO_2$ z działaniem $CO_2$. Z danych Tablicy, podobnie jak i z dawniej wykonanych analogicznych doświadczeń, wynika, że $SO_2$, użyte we wskazany sposób, daje silny efekt odbarwiania, tak iż sok z teoretyczną dawką posiada zabarwienie takie same (ok. 21°St.), jak sok z normalną dawką, poddany na II saturacji działaniu $CO_2$. Czystość jednak soku z teoretyczną dawką, po siarkowaniu pozostała taka sama, jak po nawęglaniu

(ok. 92,0), znacznie niższa, niż z normalną dawką (93,1), a zawartość soli wapniowych i popiołu — nawet wzrosła (większa rozpuszczalność $CaSO_3$ niż $CaCO_3$).

Sok z normalną dawką wapna, traktowany na II saturacji gazem $SO_2$, uległ silnemu odbarwieniu (ok. 30%), i jest znacznie jaśniejszy, niż siarkowany sok z teoretyczną dawką. Ciekawe jest potwierdzające się w dalszym ciągu zwiększenie się ilości popiołu i soli wapniowych przy użyciu 0,6% *CaO* zamiast 0,2% (punkt 5 Tablicy w porównaniu z 4); użycie 1,5% *CaO* daje zmniejszenie ilości soli wapniowych w porównaniu z 0,6% i 0,2%, jednakże ilość popiołu jcst nieco większa niż z 0,2%.

Z doświadczeń serii VI wnioskujemy, podobnie, jak dawniej, że siarkowanie soku po teoretycznej dawce nie poprawia czystości soku, a osiągnięte zabarwienie soku gęstego jest zawsze jeszcze ok. 1,5 raza większe, niż soku z normalną dawką, o ile poddano go takiemuż siarkowaniu.

## V. Siarkowanie soku dyfuzyjnego czy rzadkiego.

W jednej z ostatnich prac swoich[7]) podaje Spengler, iż siarkowanie soku dyfuzyjnego daje większy efekt odbarwienia, niż siarkowanie soku rzadkiego. Chcąc mieć własny przyczynek do tej sprawy wykonaliśmy następujące doświadczenia. (Tablica VI). 1) Stosując zimną wstępną defekację, działaliśmy na II saturacji $CO_2$. 2) Po wykonaniu wstępnej defekacji w 40° dodaliśmy ok. 0,01% $SO_2$ w postaci świeżo przygotowanego roztworu wodnego,

Tablica VI.

*Porównanie efektu siarkowania soku dyfuzyjnego z siarkowaniem soku rzadkiego.*

**A. Lepsze soki dyfuzyjne.** 1935/36 r.

| Seria | Sposób siarkowania | Zabarwienia | | | Sok gęsty na 100 *Bx* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sok I sat. | II sat. | Sok gęsty | *CaO mg* | Popiół | *Q* |
| XII 1935/36 r. | 1) Defekacja wstępna zimna; 1,5% *CaO* II satur. $CO_2$ | 7,0° | 7,5 | 7,8° | 52 | 1,375 | 95,4 |
| | 2) Ditto po wstępnej defekacji w 40° — 0,01% $SO_2$ | 5,8° | 6,8 | 7,3° | 50 | 1,376 | 95,4 |
| | 3) Ditto, przed wstępną defek. w 40° — 0,01% $SO_2$ | 6,0° | 6,8 | 7,2° | 43 | 1,367 | 95,5 |
| | 4) Ditto II satur. $CO_2$ do ok. 0,02 III satur. $SO_2$ do ok. 0,01 | 6,8° | 7,2<br>5,2° | 5,4° | 71 | 1,450 | 95,3 |

[7]) Gaz. Cukr. **78**, (1932), 102 oraz Prace niniejsze art. Nr. XI.

B. Gorsze soki dyfuzyjne.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XIII 1935/36 | 1) Defekacja wstępna zimna, 1,5% $CaO$ II satur. $CO_2$ | 18,5° | 23,2° | 26,6° | 229 | 1,843 | 93,0 |
| | 2) Ditto, po wstępnej defekacji w 40° — 0,01% $SO_2$ | 16,5° | 21,0° | 24,5° | 233 | 1,849 | 93,0 |
| | 3) Ditto przed wstępną defekacją w 40° — 0,01% $SO_2$ | 16,7° | 20,7° | 23,8° | 231 | 1,850 | 93,0 |
| | 4) Ditto II satur. $CO_2$ do ok. 0,02 III satur. $SO_2$ do ok. 0,01 | 18,3° | 22,6° 18,6° | 18,6° | 320 | 1,975 | 92,9 |

po czym postąpiliśmy tak samo jak w p. 1. 3) Taką samą dawkę $SO_2$ dodaliśmy do soku dyfuzyjnego w 40° *przed* wstępną defekacją; *pH* soku spadło do 5,6. 4) Sok I saturacji, otrzymany tak samo, jak w p. 1, poddany został II saturacji $CO_2$ do alkaliczności ok. 0,02, a następnie III saturacji $SO_2$ do alkaliczności ostatecznej ok. 0,01, jak soki rzadkie w pp. 1, 2 i 3.

Ilości użytego $SO_2$ w doświadczeniach 2, 3 i 4 były ściśle te same. W Tablicy VI mamy wyniki dwóch seryj doświadczeń *A* i *B* na lepszych i gorszych sokach. Wnioski z obydwóch seryj są takie same. Porównanie p. 4 z p. 1 dowodzi, że zastąpienie na ostatniej saturacji soku rzadkiego $CO_2$ przez $SO_2$ daje soki gęste znacznie jaśniejsze (ok. 30%), ale nieco większą zawartość popiołu i soli wapniowych. Z trzech sposobów użycia $SO_2$: po defekacji wstępnej (jak w sposobie pierwotnym Teatini'ego), przed defekacją wstępną, lub na sok rzadki, najjaśniejsze soki gęste daje (niezgodnie z opinią Spengler'a) siarkowanie soku rzadkiego. Między użyciem $SO_2$ przed wstępną defekacją czy po niej — nie znaleźliśmy wyraźnej różnicy. Siarkowanie soku rzadkiego zabezpiecza sok rzadki przed ciemnieniem w wyparce.

## VI. Próby zastosowania kwaśnego fosforanu glinowego na defekacji wstępnej.

Próby te mają charakter orientacyjny i nie przesądzają kwestii stosowania preparatów glinowych w praktyce oczyszczania soków.

Stosowany przez nas *roztwór kwaśnego fosforanu glinowego* przygotowany był jak następuje: 307 *g* wodorotlenku glinowego (zawierającego 100 *g* glinu) zadawano 942 *g* kwasu fosforowego 84,6%-go, ogrzewając prawie do wrzenia i ostatecznie zagotowując; po ochłodzeniu dodano wody do 2 *l*. Otrzymano nieco mętny roztwór o słabym zielonkawym odcieniu; zawartość $Al(OH)_3$ ok. 14,5 *g*, zawartość kwasu fosforowego $H_3PO_4$

ok. 39 *g* w 100 $cm^3$; *pH* ok. 1,2. Próby dodawania tego roztworu do soku dyfuzyjnego o 17,5° *Bx* w 40° wykazały, po zagrzaniu soku do 80°, co następuje:

| % dodanego $Al(OH)_3$ | *pH* soku | sączenie |
|---|---|---|
| 0,1% | 4,6 | dość dobre |
| 0,15% | 3,5 | dobre |
| 0,20% | 3,0 | dobre |
| 0,25% | $<2,8$ | b. dobre |

Koagulacja we wszystkich przypadkach zachodziła b. szybko, już w 40°. Ponieważ soki o *pH* poniżej 4,0 nawet w 40°, a tym bardziej w 60° lub 80°, zagrożone są już inwersją, zrobiliśmy próby w celu określenia ilości *CaO*, potrzebnych do doprowadzenia soków zakwaszonych fosforanem glinowym do pewnych wyższych *pH*. Używano 0,2% $Al(HO)_3$ w postaci roztworu kwaśnego fosforanu i znaleziono wtedy po następnym dodaniu różnych ilości wapna następujące wyniki:

0,2% $Al(OH)_3$

| % dodan. *CaO* | *pH* | sączenie |
|---|---|---|
| 0 | 3,0 | b. dobre |
| 0,1% | 4,6 | Dość dobre, ale coraz wolniejsze w miarę wzrostu ilości wapna. |
| 0,2% | 5,6 | |
| 0,3% | 6,1 | |
| 0,4% | 7,6 | |

Fosforan glinowy dodawany w 40°, po tym w tejże temperaturze mleko wapienne, zagrzewano do 80° i cedzono. Zauważono, że zbyt energiczne mieszanie soku z osadem po koagulacji rozbija osad na drobne cząstki, co ujemnie wpływa na następne cedzenie. Wobec tego zmniejszono liczbę obrotów mieszadła w kociołku defekacyjnym ze 180 na $n = 60$.

W pierwszych próbach (Tablica VII, Serja XV) po dodaniu fosforanu glinowego i ewentualnie wapna zagrzewano sok do 80° i *odcedzano* utworzone strąty. Robiono to z tą myślą, ażeby niecukry strąconc w kwaśnym środowisku (*pH* poniżej 6,0) nie uległy już działaniu środowiska wysoce alkalicznego (*pH* ok. 12,0) po głównej defekacji, które mogło wywołać ich rozkład i częściowe przejście do soku. Dopiero po odcedzeniu osadów po pierwszej (wstępnej) defekacji dodawano w 80° główną dawkę wapna, defekowano, saturowano i t. d. jak zwykle.

W XV serii doświadczeń (1935/36) próbowaliśmy, stosując dodawanie kwaśnego fosforanu glinu, znacznie zmniejszyć ilość dodawanego wapna. Wykonaliśmy więc 3 próby: 1) bez dodania soli glinowej, ze wstępną zimną defekacją, przy użyciu ogółem *CaO* (0,2% na wstępnej i 1,3% na głównej defekacji); 2) na wstępnej defekacji w 40° dodano 0,2% $Al(OH)_3$ w postaci kwaśnego fosforanu, *pH* ok. 3,0; po czym zaraz 0,2% *CaO*, *pH* wzrosło do 5,6; zagrzano do 80°; *odcedzono*, dodano 1,0% *CaO*, saturowano i t.d.; 3) na defekacji wstępnej dodano w 80° — 0,1% $Al(OH)_3$ w postaci kwaśnego fosforanu, zagrzano do 90° *odcedzono*, dodano 0,5% *CaO* i t. d. Sączenie strątów po wstępnej defekacji z fosforanem glinowym, podobnie jak po (wstępnej) defekacji z „teoretyczną“ dawką wapna, było — praktycznie biorąc — bardzo powolne, otrzymane błota były szaro-zielonkawe, maziste. Co gorsza, że i błota właściwe, otrzymane po głównej defekacji i saturacji, a więc błota, nie zawierające już „koloidów“, cedziły się, przy tym sposobie roboty, również źle. Tego samego typu błota, otrzymywane przez nas dawniej bez użycia soli glinowej, a mianowicie przy okazji studiów nad stosowaniem teoretycznej dawki wapna, cedziły się bardzo dobrze;

Tablica VII.

*Próby zastosowania na defekacji wstępnej kwaśnego fosforanu glinowego.*

SERIA XV.

**Soki gęste.** 1935/36 r.

| Rodzaj defekacji | Zabarwienie | $CaO$ Soli wapniow. | Popiół | Q |
|---|---|---|---|---|
| 1) Wstępna zimna, 1,5% $CaO$ | 7,5° | 72 | 1,419 | 95,4 |
| 2) Wstępna: 0,2% $Al(OH)_3$ + 0,2% $CaO$; główna — 1,0% $CaO$ | 9,0° | 210 | 1,535 | 94,7 |
| 3) Wstępna — 0,1% $Al(OH)_3$, główna — 0,5% $CaO$: | 12,8° | 230 | 1,595 | 94,2 |

SERIA XVI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) Wstępna zimna, 1,5% $CaO$ | 7,8° | 51 | 1,490 | 95,2 |
| 2) Wstępna: 0,1% $Al(OH)_3$ + 04% $CaO$, bez odsączania główna — 1,1% $CaO$. | 6,5° | 46 | 1,489 | 95,1 |
| 3) Ditto, z odsączeniem | 5,5° | 24 | 1,440 | 95,4 |
| 4) Wstępna — 0,1% $Al(OH)_3$ główna — 1,5% $CaO$. | 6,0° | 115 | 1,560 | 94,7 |

SERIA XVIII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) Wstępna zimna, 1,5% $CaO$ | 11,2° | 78 | 1,527 | 94,6 |
| 2) Wstępna: 01% $Al(OH)_3$ + 0,4% $CaO$; bez odsączania główna — 1,1% $CaO$ | 9,3° | 70 | 1,506 | 94,8 |
| 3) Ditto, z odsądczeniem | 9,0° | 30 | 1,433 | 95,2 |
| 4) Wstępna — 0,1% $Al(OH)_3$, Główna — 1,5% $CaO$ | 10,9° | 175 | 1,628 | 94,3 |

tłumaczyliśmy to sobie wtedy w ten sposób, że po odcedzeniu strątu od defekacji wstępnej (to cedzenie szło źle), błoto, otrzymane przez dodanie do filtratu głównej dawki wapna i saturację kwasem węglowym, nie zawiera już „koloidów" i składa się głównie z krystalicznego węglanu wapniowego. Złe cedzenie analogicznego błota w razie użycia na defekacji wstępnej kwaśnego fosforanu glinowego, rozumiemy jak następuje: po defekacji wstępnej 0,2°/₀ $Al(OH)_3$ w postaci kwaśnego fosforanu i 0,2°/₀ $CaO$ ($pH$ = 5,6), główna część fosforanu glinowego pozostaje niestrącona w filtracie i dopiero po defekacji główną dawką wapna (np. 1,0°/₀), wobec $pH$ ok. 12,0, strąca się resztę fosforanu glinowego oraz nadmiar kwasu fosforowego jako fosforan wapniowy. Te strąty mają charakter bezpostaciowy i cedzą się znacznie gorzej aniżeli krystaliczny węglan wapniowy. Z opisanej serii doświadczeń przekonaliśmy się, że próba znacznego zmniejszenia ilości wapna przez dodawanie na wstępnej defekacji kwaśnego fosforanu glinowego daje ujemne wyniki także co do jakości soków, które są znacznie ciemniejsze, zawierają dużo soli wapniowych i wyraźnie więcej popiołu i obniżony spółczynnik czystości, jednym słowem, zgodnie z naszymi doświadczeniami, wszystkie cechy soków, które otrzymały zbyt małą, dawką wapna. W sokach, które otrzymały na wstępnej defekacji tylko kwaśny fosforan, bez dodania wapna i były przez to bardziej kwaśne, $pH$ = 4,6, znaleźliśmy zwiększenie zawartości cukru przemienionego, jako skutek ogrzewania soku o zbyt niskim $pH$.

Wobec takich wyników pierwszych doświadczeń, wykonaliśmy dalsze próby (Serje XVI i XVIII) inaczej, a mianowicie: 1) w doświadczeniach z dodatkiem kwaśnego fosforanu glinowego używaliśmy ogółem tyleż wapna, co w sokach bez soli glinu mianowicie 1,5°/₀, a więc — rezygnując z oszczędności na wapnie — chcieliśmy tylko przekonać się, czy dodatek kwaśnego fosforanu glinu wpłynie dodatnio na poprawę jakości soku; 2) zmniejszyliśmy ilość dodawanego $Al(OH)_3$ do 0,1°/₀; 3) po zadaniu soku dyfuzyjnego w 40° kwaśnym fosforanem glinowym dodawaliśmy zaraz tyle wapna, a mianowicie 0,4%, ile trzeba było, ażeby podnieść $pH$ do ok. 11,0 i osiągnąć alkaliczność ok. 0,06 — 0,07, a więc taką jak przy zwykłej defekacji wstępnej, Po zagrzaniu do 80° wykonaliśmy defekcję główną 1,1% $CaO$, w jednych próbach *bez uprzedniego odsączania* strątów osiągniętych na defekacji wstępnej, w innych — *po* uprzednim odcedzeniu. 4) powtórzyliśmy też, z uprzedniej Serii, próby z dodaniem na defekacji wstępnej tylko kwaśnego fosforanu glinu (0,1°/₀) bez użycia wapna, ($pH$ = 4,6 — 4,7) ale stosując na defekację główną 1,5°/₀ $CaO$.

Seria XVI wykonana była na lepszych sokach surowych, seria XVIII na gorszych.

Z osiągniętych wyników, zgrupowanych w Tablicy VII, warto przede wszystkim omówić, pominiętą w Tablicy, sprawę szybkości cedzenia soków i po wstępnej defekacji i po głównej defeko-saturacji. W doświadczeniach (próby 3) w których dodawano na wstępnej defekacji: 0,1°/₀ $Al(OH)_3$ i 0,4 $CaO$ ($pH$=ok. 11,0), cedzenie pierwsze, po wstępnej defekacji, szło bardzo powoli; nie zdziwiło nas to, gdyż w tym błocie mieliśmy teraz strącone, obok koloidów soku, całą ilość fosforanu glinowego i wapniowego. Natomiast cedzenie po głównej defekacji i saturacji szło niezwykle szybko; błoto przedstawiało bardzo czysty węglan wapnia, prawie bez domieszki niecukrów. W próbach 4, w których na wstępnej defekacji stosowano tylko fosforan glinu bez dodania $CaO$, $pH$ = ek. 4,7, cedzenie pierwsze, po wstępnej, szło powoli, ale znacznie lepiej, niż w próbach 3, mieliśmy tu w osadzie głównie tylko skoagulowane koloidy. Drugie natomiast cedzenie, po

głównej defekacji 1,5$^0/_0$ *CaO* i saturacji, szło bardzo powoli, gdyż tu do błota trafił teraz fosforan glinowy i wapniowy. W próbach 2, bez odcedzania osadu po wstępnej defekacji 0,1$^0/_0$ $Al(OH)_3$+0,4*CaO*, cedzenie po głównej defekacji i saturacji, szło dość jeszcze powoli, ale już w granicach szybkości, dopuszczalnych w praktyce fabrycznej.

Co dotyczy jakości soków, to użycie na defekacji wstępnej tylko fosforanu glinowego (próby 4), dało soki, aczkolwiek słabo zabarwione, podobnie jak ze zwykłą wstępną defekacją, ale poza tym złe: o bardzo wysokiej zawartości soli wapniowych i popiołu i o niskiej czystości. Jest to, zapewne, wskutek częściowej inwersji sacharozy, przy ogrzewaniu soku o *pH* = 4,7 do 80$^0$ — 90$^0$. Natomiast soki, które na defekacji wstępnej, oprócz kwaśnego fosforanu otrzymały tyle wapna, że *pH* wzrosło do ok. 11,0, wykazały bardzo dobrą jakość, szczególniej dobre, bo wyraźnie lepsze od soków oczyszczonych z zastosowaniem wstępnej zimnej defekacji tylko wapnem, okazały się soki, które były cedzone po wstępnej defekacji. Dały one nie tylko niższe zabarwienie, sole wapniowe i popiół, ale także wyraźnie wyższy spółczynnik czystości.

Wobec małej liczby wykonanych doświadczeń, nie wiemy jeszcze, czy osiągnięte zwiększenie efektu oczyszczenia należy przypisać specyficznemu koagulującemu działaniu $Al(OH)_3$, użytemu na defekacji wstępnej, czy też strątom fosforanów glinowego i wapniowego, które, jako bezpostaciowe, silniej odsorbują pewne niecukry, aniżeli węglan wapniowy. Stosowana przez nas dotychczas metoda użycia soli glinowych nie posiada wartości praktycznej, zarówno ze względu na trudne cedzenie soków, jako też ze względu na koszty kwaśnego fosforanu glinowego. Jednakże osiągnięcie pewnych dodatnich wyników zachęca nas do dalszych studiów nad zastosowaniem związków glinu do oczyszczania soków. Pomimo iż w praktyce cukrownictwa mieliśmy już próby stosowania soli glinowych (dawniej Lehmkühl — siarczan glinu; dziś — Zamaron — koloidalny $Al(OH)_3$ preparat glinowy „Salfosol” — strącony $Al(OH)_3$, poddany działaniu $SO_2$ + formalina), objektywnych i naukowo ścisłych studiów nad działaniem związków glinu na soki dotychczas nie posiadamy.

Wykonaliśmy też w 1935/36 r. pewną liczbę doświadczeń nad używaniem na defekacji wstępnej: koloidalnego roztworu wodorotlenku żelazowego i kwaśnego fosforanu żelazowego, bez osiągnięcia wyraźnych wyników.

---

W czasie ostatniej kampanii 1936/37 r. w cukrowni doświadczalnej, porzucając — może czasowo — temat różnych sposobów wykonania defekacji, zajęliśmy się sprawą wpływu różnych sposobów prowadzenia *baterii dyfuzyjnej* i popełnianych na tej stacji błędów, na pracę cedzenia i na jakość oczyszczonych soków.

---

## STRESZCZENIE

Podane są wyniki dalszych studiów nad różnymi sposobami defekacji, wykonane w 1934/35 i 35/36 r. w cukrowni doświadczalnej na Politechnice Warszawskiej.

I. *Porównanie kilku sposobów wykonania defekacji, przy przerobie buraków różnej jakości*, o cukrowości od 14 do 19% i o czystości soku od 84 do 91 (Tablica I). Niezależnie od jakości buraków, najlepiej cedziły się zawsze soki po powolnej gorącej defekacji, najgorzej — po zwykłej defekacji bez wstępnej. Najniższe zabarwienie daje wstępna zimna defekacja.

Szybkość cedzenia soku po I saturacji jest funkcją nie tyle rodzaju buraków, ile stopnia ich przechowania i sposobu prowadzenia baterii dyfuzyjnej, głównie zaś — sposobu wykonania defekacji.

II. *Porównanie między sobą: wstępnej zimnej defekacji, sposobu Dědek'a, zimnej i gorącej powolnej defekacji* (Tablica II). Praktycznie biorąc, za najlepsze z tych metod należy uznać: sposób Dědek'a i powolną gorącą defekację,

III. *Wpływ ilości użytego na defekacji wapna (0,5%, 1,0%, 1,5% i 2,0% CaO) na oczyszanie soków*; przy zastosowaniu tego samego sposobu wykonania defekacji: wstępna—zimna, główna—gorąca. (Tablica III) i wykres Rys. 1). Liczne doświadczenia, wykonane w 34/35 r. i 35/36 r., jednozgodnie świadczą, że ze wzrostem ilości wapna, aż do 2,0%, wzrasta szybkość cedzenia i poprawia się jakość soku. Dla cukrowni polskich, produkujących konsumcyjne cukry białe, jako przeciętnie dostateczną dawkę (przy zastosowaniu defekacji wstępnej lub powolnej) należy uznać 1,5% na objętość soku, z możnością zmniejszenia jej w pewnych przypadkach do 1,0 — 1,2%.

IV. *Defekacja „teoretyczną" dawką wapna.* Nowe doświadczenia w 35/36 r. potwierdziły, na ogół, dawniejsze wyniki, i wykazały, że soki, nawapnione „minimalną" dawką ok. 0,2% *CaO*, oczyszczone są niedostatecznie; potwierdzone to zostało przez szczegółowe analizy błot. (Tablice IV i V).

V. *Porównanie wyników siarkowania: soku dyfuzyjnego i rzadkiego* wykazało, iż siarkowanie soku rzadkiego daje niżej zabarwione soki gęste. (Tablica VI),

VI. *Orientacyjne próby zastosowania kwaśnego fosforanu glinowego na defekacji wstępnej* wykazały, iż użycie 0,1% $Al(OH)_3$ w postaci kwaśnego fosforanu i 0,4% *CaO*, (*pH* = ok. 11,0), z następnym po zagrzaniu odcedzeniem i użyciem na głównej defekacji 1,1% *CaO* (razem 1,5% *CaO*) daje wyraźnie lepsze soki, aniżeli ta sama ilość wapna (1,5%) przy użyciu na defekacji wstępnej tylko wapna (Tablica VII).

---

## Etudes sur les différents procédés de chaulage.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI

*Résumé*

*Les études sur les différents procédés de chaulage ont été continuées en 1934/35 et en 1935/36. Les expériences ont été faites à l'usine expérimentale de la Faculté de Technologie des Hydrates de Carbone de l'Ecole Polytechnique de Varsovie. Les résultats de ces études sont les suivants:*

*I. Comparaison de plusieurs procédés de chaulage en travaillant des betteraves de différentes qualités (richesse saccharine des betteraves de 14% à 19%, pureté du jus de 84 à 91, tableau I). Les jus obtenus par le procédé de chaulage lent à chaud donnaient toujours la meilleure filtration; la filtration des jus du chaulage ordinaire sans préchaulage était la moins bonne; cette régularité était indépendante de la qualité des betteraves. La coloration des jus obtenus par le procédé de préchaulage à froid est la moins forte. La vitesse de la filtration des jus de première carbona-*

*tation ne dépend qu'à un degré très faible de la qualité des betteraves; elle dépend à un degré plus fort de la conservation des betteraves et du travail à la diffusion et surtout du procédé de chaulage employé.*

*II. Comparaison des procédés suivants: préchaulage à froid, procédé Dědek, chaulage lent à froid et à chaud (tableau II). Il faut considérer le procédé Dědek et le chaulage lent à chaud comme étant les meilleurs pour la pratique sucrière.*

*III. Influence de la quantité de chaux introduite au chaulage (0,5%, 1,0%, 1,5% et 2,0% de CaO) sur l'épuration des jus. Dans ces essais on a toujours employé les mêmes procédés de chaulage, notamment, le procédé de préchaulage à froid et le chaulage ordinaire (tableau III et graphique de la fig. 1). Les nombreux essais effectués en 1934/35 et en 1935/36 prouvent sans exception que la vitesse de filtration augmente et la qualité des jus s'accroît lorsque la dose de chaux introduite au chaulage est augmentée jusqu' à environ 2,0% de CaO. Dans le cas des sucreries polonaises qui produisent du sucre blanc pour consommation directe il faut considérer 1,5% de CaO (rapporté au volume du jus) comme dose suffisante, si on emploie le procédé de préchaulage ou le chaulage lent; dans certains cas cette dose peut être réduite à 1,0% ou à 1,2%.*

*IV. Chaulage unique avec la dose „théorique" de chaux. Les nouvelles expériences faites en 1935/36 confirment en général les résultats précédents et montrent que les jus chaulés avec la dose minimum de chaux d'environ 0,2% de CaO sont insuffisamment épurés; ceci a été confirmé par des analyses détaillées des écumes de carbonatation (tableaux IV et V).*

*V. La comparaison des résultats obtenus en sulfitant les jus de diffusion avec ceux obtenus en sulfitant les jus légers prouve que la sulfitation des jus légers donne des jus denses de coloration inférieure (tableau VI).*

*VI. On a effectué des essais d'orientation sur le préchaulage du jus de diffusion avec du phosphate d'aluminium en solution d'acide phosphorique. Si le préchaulage est effectué avec 0,1% d'$Al(OH)_3$ en forme de phosphate dilué dans l'acide phosphorique et 0,4% de CaO (pH=environ 11,0), le jus préchaulé est ensuite chauffé et filtré et le chaulage principal est effectué avec 1,1% de CaO (1,5% de CaO en total), — les jus qui en résultent sont sensiblement meilleurs que ceux, obtenus avec la même quantité de chaux (1,5%) sans introduction de phosphate d'aluminium au préchaulage (tableau VII).*

Centralne Laboratorium Cukrownicze. Pisałem na wyspie Hvar, w Maju 1937 r.

II.

Prof. K. SMOLEŃSKI, inż. M. WERKENTHIN i inż. WŁ. ŻERO.

# O cedzeniu w błotniarkach.*)

Centralne Laboratorium Cukrownicze w ostatnich latach pięciu prowadzi, jak wiadomo, wielostronne studia nad oczyszczaniem soków, zajmując się głównie porównawczą oceną wartości różnych sposobów wykonania defekacji, zarówno „starych" jako też t. zw. „nowych". W licznych doświadczeniach, wykonywanych częściowo na warsztacie fabrycznym, częściowo — na małą skalę — w doświadczalnej „mikrofabryczce", zwróciliśmy od samego początku baczną uwagę na szybkość cedzenia, jako na jeden z ważnych sprawdzianów prawidłowości wykonania defekacji i saturacji. Na równi z zagranicznymi pracowniami, udało się nam ustalić takie sposoby wykonania defekacji, które zapewniają znaczne zwiększenie szybkości cedzenia; są to np.: wstępna defekacja, wprowadzona przed 25 laty przez Kowalskiego i Kozakowskiego, obecnie—w ulepszonym wydaniu propagowana przez D. Teatini'ego i inn.; „stopniowa" defekacja Dědek'a; „powolna" defekacja K. Smoleńskiego.

Technicy-cukrownicy doceniają, oczywiście, wartość szybkości cedzenia w codziennej praktyce fabrycznej; terminy: „szybkie" lub „powolne" cedzenie, „dobre" lub „złe" błoto, „łatwe" lub „trudne" wysładzanie błota—są na porządku dziennym każdej dyskusji kampanijnej, ale — wyrazy te nie posiadają ściśle ilościowo zdefiniowanego znaczenia, i to co w jednej cukrowni jest już „złym", w innej uważane jest za przeciętnie „dobre". Przyczyny „złego" cedzenia lub przemywania w wielu przypadkach pozostają nie wyjaśnione do końca. Zawsze jeszcze w wielu przypadkach zwala się winę na „buraki", które „w tym właśnie roku lub w tej właśnie cukrowni" mają być przyczyną wszystkiego złego. Głębokim przekonaniem piszącego te słowa jest, iż w ostatnich latach pięciu, kiedy kampanie trwają przeciętnie około pięciu

*) Odczyt, wygłoszony na posiedzeniu Koła Techników-cukrowników w dniu 23/III 1936 r. Gaz. Cukr. 80, (1937), 36 i 74.

zaledwie tygodni, zła jakość buraków, jako przyczyna złego cedzenia lub wysładzania, jest zjawiskiem zupełnie wyjątkowym; zawiniły zaś zwykle inne, bardziej pospolite przyczyny, najczęściej błędy fabrykacyjne. Oprócz jakości buraków, a szczególniej stanu, w jakim zostały one przechowane, na bieg pracy błotniarek wpływają: 1) sposób prowadzenia baterii dyfuzyjnej (czynnik ważny, a bardzo rzadko brany w praktyce pod uwagę); 2) sposób wykonania defekacji, a szczególniej dawka wapna i prawidłowe jej dozowanie, 3) sposób wykonania saturacji, a szczególniej stale prawidłowa alkaliczność końcowa, 4) należyte zagrzanie soku przed błotniarkami (do ok. 95°) i 5) należyte, prawidłowe wykonanie cedzenia i wysładzania w błotniarkach i właściwa ogólna organizacja pracy na tej stacji. Ten ostatni punkt rzadko kiedy i gdzie otoczony jest należytą opieką; aby tylko nie było wyraźnego zatrzymania roboty na tej stacji, a próbka błota, od czasu do czasu pobierana (często z błotniarki, specjalnie przez majstra na dany użytek przemytej), nie wykazała zbyt dużo cukru, a wszystko „jest w porządku”.

Oczywiście, nieco dłuższy pobyt na stacji błotniarek, nie należy, w większości przypadków, do przyjemności: temperatura do 40°, obok całkowitego prawie nasycenia powietrza parą, stwarzają warunki „ruskiej łaźni“. W studiach swych nad oczyszczaniem soków musieliśmy jednak, w sumiennym spełnianiu obowiązku, coraz częściej przebywać na tej stacji, początkowo dorywczo, w charakterze obserwatorów, a wreszcie, w czasie ostatnich dwóch kampanij (1934/35 i 1935/36), systematycznie, w celu kontroli i studiów [1]). Prędko przekonaliśmy się, iż praca tej stacji, mimo pozornej jej prostoty, nie jest jeszcze dostatecznie zbadana i że w wielu przypadkach można jeszcze sporo zrobić, ażeby osiągnąć na tej stacji prawdziwie dobrą robotę. Plon tych dwuletnich studiów, w „pocie czoła“ — w ścisłym znaczeniu tego słowa — wykonanych, przedstawiamy do użytku i krytyki czytelników Gazety.

## I. Urządzenie stacji błotniarek w cukrowniach polskich.

W ubiegłym 1935/36 roku rozesłaliśmy do cukrowni Kwestionariusz, dotyczący stacji błotniarek I-szych. Podkreślamy, że ankieta dotyczyła tylko błotniarek t. zw. I-szych, to jest służących do cedzenia soku po głównej defekacji i I saturacji. Szczegółowe dane ankiety podajemy w Tablicy I, a w Tablicy II przytaczamy zestawienie głównych danych. Odpowiedzi na ankietę naszą udzieliły prawie wszystkie cukrownie, za co składamy im serdeczne podziękowanie. Dane do Tablicy I opracował p. inż. J. Zaleski, za co składamy Mu podziękowanie.

Przestudiowanie Tablicy I prowadzi odrazu do wniosku, że stacja błotniarek w poszczególnych cukrowniach przedstawia się bardzo różnolicie. W rubryce „rodzaj błotniarek“ znajdujemy najczęściej odpowiedź: „Krooga“ lub „Abrahama“, rzadziej — inną, np. Dehne'ego, „Monstre“, i t. p. Pewne z tych nazw posiadają oczywiście już tylko historyczne znaczenie. Pod względem technicznym należy stwierdzić, że wszystkie cukrownie polskie posiadają błotniarki I-sze wyłącznie — ramowe, (za jednym, zdaje się wyjątkiem) składające się z ram, do przyjęcia soku z błotem, i z płyt—do odprowadzania odcedzonego soku. Pomijając drugorzę-

---

[1]) Studja te kontynuowaliśmy także w czasie kampanji 1936/37 r.

## TABLICA I.

### Dane szczegółowe o błotniarkach w cukrowniach polskich.

| Okręg i cukrownia | Przerób dobowy | Liczba błot-niarek | Rodzaj błotniarek | Liczba ram w błotn. | Wymiary wewnętrzne ram | Gru-bość ram w *mm* | Ogólna po-wierzch-nia cedząca $S\ m^2$ | $\frac{S}{1000\,q}$ $m^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I Pomorski | | | | | | | | |
| 1 | 34 498 | 6<br>6<br>4 | Krooga<br>"<br>" St. Gd. | 46<br>48<br>50 | 0,900×0,900<br>" "<br>" " | 28<br>28<br>28 | 1 237,68 | **35,88** |
| 2 | 9 600 | 6<br>1<br>1 | Krooga<br>"<br>" | 46<br>45<br>35 | 0,805×0,830<br>0,805×0,830<br>0,760×0,712 | 25<br>45<br>30 | 466,83 | **48,62** |
| 3 | 24 122 | 10<br>5 | Abrahama<br>Krooga | 42<br>41 | 0,800×0,800<br>0,815×0,815 | 45<br>25 | 809,93 | **33,57** |
| 4 | 6 650 | 4 | Krooga | 50 | 0,800×0,800 | 27 | 256,00 | **38,49** |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | 8 696 | 1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>3 | Dehnego<br>"<br>Krooga<br>"<br>"<br>" | 30<br>29<br>44<br>50<br>41<br>42 | 0,935×0,930<br><br>0,925×0,900<br>0,810×0,790<br>0,815×0,810 | 40<br><br>25<br>25<br>25<br>25 | 460,35 | **52,93** |
| 7 | 15 076 | 3<br>4<br>2 | Abrahama<br>Dehnego<br>Begha | 42<br>50<br>30 | 0,810×0,790<br>0,750×0,750<br>0,750×0,750 | 45<br>25<br>25 | 453,75 | **30,09** |
| 8 | 11 500 | 4<br>6 | Abrahama<br>Dehnego | 42<br>36 | 0,816×0,816<br>0,740×0,740 | 48<br>28 | 460,29 | **40,02** |
| II Poznański | | | | | | | | |
| 9 | 13 472 | 10 | Krooga | 42 | 0,820×0,820 | 25 | 564,82 | **41,92** |
| 10 | 9 443 | 8 | Abrahama | 42 | 0,810×0,813 | 45 | 442,53 | **46,86** |
| 11 | 22 148 | 1<br>11<br>2 | Krooga<br>"<br>" | 56<br>52<br>46 | 0,810×0,810<br>0,810×0,810<br>0,810×0,810 | 30<br>28<br>45 | 944,78 | **42,65** |
| 12 | 16 768 | 7 | Dehnego | 49 | 0,930×0,930 | 30 | 593,32 | **35,38** |
| 13 | 19 009 | 6<br>3 | Krooga<br>Abrahama | 50<br>50 | 0,910×0,910<br>0,900×0,900 | 28<br>30 | 739,86 | **38,92** |
| 14 | 20 422 | 13<br>1<br>4 | Krooga<br>"<br>" | 42<br>37<br>37 | 0,827×0,800<br>0,827×0,800<br>0,815×0,812 | 25<br>35<br>25 | 969,31 | **47,46** |
| 15 | 17 218 | 10<br>2<br>1 | Dehnego<br>"<br>Stocz. Gd. | 50<br>45<br>45 | 0,930×0,930<br>0,940×0,940<br>0,940×0,940 | 50<br>30<br>27 | 1 103,47 | **64,08** |

*Ciąg dalszy tabl. I.*

| Okręg i cukrownia | Przerób dobowy | Liczba błotniarek | Rodzaj błotniarek | Liczba ram w błotn. | Wymiary wewnętrzne ram | Grubość ram w *mm* | Ogólna powierzchnia cedząca $S$ $m^2$ | $\frac{S}{1000\,q}$ $m^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II Poznański | | | | | | | | |
| 16 | 17 500 | 2<br>3<br>6<br>1 | Abrahama<br>Dehnego<br>"<br>" | 41<br>34<br>35<br>37 | 0,820×0,820<br>0,880×0,880<br>0,880×0,880<br>0,880×0,880 | 45<br>10 *mm* z każdej strony | 650,80 | **37,18** |
| 17 | 23 413 | 6<br>3<br>4 | Monstr<br>Krooga<br>" | 50<br>36<br>42 | 0,900×0,890<br>0,915×0,915<br>0,915×0,915 | 30<br>28—33<br>28—33 | 942,75 | **40,26** |
| 18 | 14 974 | 6<br>1 | Krooga<br>Abrahama | 42<br>50 | 0,930×0,940<br>0,890×0,900 | 30<br>30 | 520,70 | **34,77** |
| 19 | 14 315 | 7<br>1<br>1 | Dehnego<br>Abrahama<br>Abr. Monstr | 49<br>44<br>49 | 0,880×0,880<br>0,900×0,900<br>0,900×0,900 | 34<br>30<br>35 | 671,90 | **46,93** |
| 20 | 5 664 | 5 | Abrahama | 43 | 0,805×0,805 | 48 | 278,65 | **49,19** |
| 21 | 13 000 | 6<br>1<br>1<br>2 | Krooga<br>"<br>"<br>Dehnego | 42<br>45<br>48<br>41 | 0,830×0,805<br>0,900×0,890<br>0,820×0,820<br>0,880×0,880 | 25<br>40<br>45<br>50 | 600,39 | **46,18** |
| 22 | 21 104 | 15 | Krooga | 42 | 0,818×0,818 | 25 | 843,10 | **39,94** |
| 23 | 15 365 | 4<br>4<br>2 | Komorowe<br>Monstr<br>Patent | 33<br>40<br>28 | 0,890×0,890<br>0,820×0,820<br>0,740×0,740 | 25<br>25<br>40 | 485,61 | **31,60** |
| 24 | 9 096 | 2<br>4 | Krooga<br>" | 43<br>43 | 0,810×0,810<br>0,810×0,810 | 45<br>25 | 338,55 | **37,21** |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | 13 040 | 11<br>2 | Krooga<br>" | 42<br>42 | 0,812×0,812<br>0,830×0,802 | 25<br>24 | 721,06 | **55,29** |
| III Śląski | | | | | | | | |
| 27 | 6 200 | 2<br>1<br>1<br>6 | Abrahama<br>"<br>Monstr<br>Czyżyka | 54<br>40<br>48<br>22 | 0,800×0,800<br>0,800×0,800<br>0,840×0,740<br>0,650×0,580 | 50<br>45<br>25<br>25 | 348,64 | **56,23** |
| IV Kutnowski | | | | | | | | |
| 28 | 6 853 | 5 | Krooga | 34 | 0,810×0,810 | 25 | 223,07 | **32 55** |
| 29 | 14 392 | 3<br>6 | Abrahama<br>" | 54<br>42 | 0,800×0.800<br>0,800×0,800 | 47<br>29 | 529,92 | **36,82** |
| 30 | 5 281 | 5 | Krooga Monstr | 40 | 0,800×0,800 | 25 | 256,00 | **48,47** |

*Ciąg dalszy tabl. I.*

| Okręg i cukrownia | Przerób dobowy | Liczba błotniarek | Rodzaj błotniarek | Liczba ram w błotn. | Wymiary wewnętrzne ram | Grubość ram w *mm* | Ogólna powierzchnia cedząca $S\ m^2$ | $\frac{S}{1000\,q}$ $m^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IV Kutnowski | | | | | | | | |
| 31 | 7 014 | 3<br>3 | Krooga małe<br>Krooga duże | 40<br>40 | 0,810×0,810<br>0,820×0,820 | 27<br>42 | 318,84 | **45,45** |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | 9 584 | 1<br>1<br>6<br>3 | Krooga mała<br>Krooga duża<br>Abrahama<br>Krooga duże | 33<br>32<br>36<br>34 | 0,555×0,555<br>0,810×0,810<br>0,810×0,810<br>0,810×0,810 | 28<br>25<br>45<br>25 | 479,60 | **50,04** |
| 34 | 4 169 | 1<br>8 | Krooga duża<br>Krooga małe | 35<br>29 | 0,780×0,780<br>0,580×0,580 | 30<br>25 | 198,68 | **47,6** |
| 35 | 6 658 | 1<br>3<br>1 | Krooga<br>”<br>” | 47<br>42<br>42 | 0,820×0,820<br>0,798×0,798<br>0,798×0,798 | 40<br>28<br>32 | 277,17 | **41,62** |
| 36 | 5 640 | 2<br>3 | Abrahama<br>Krooga | 43<br>30 | 0,800×0,800<br>0,800×0,800 | 45<br>65 | 225,28 | **39,94** |
| 37 | 6 122 | 5 | Abrahama | 36 | 0,800×0,800 | 45 | 230,40 | **37,63** |
| 38 | 5 849 | 1<br>3<br>2 | Abrahama<br>Krooga duże<br>Krooga małe | 40<br>31<br>30 | 0,800×0,800<br>0,810×0,810<br>0,730×0,730 | 40<br>27<br>24 | 237,18 | **40,55** |
| 39 | 8 576 | 5<br>1 | Krooga<br>” | 52<br>30 | 0,810×0,810<br>0,575×0,575 | 30<br>25 | 361,10 | **42,11** |
| 40 | 5 022 | 3<br>2 | Abrahama<br>Krooga | 30<br>28 | 0,800×0,800<br>0,800×0,800 | 45<br>30 | 186,88 | **37,21** |
| 41 | 8 332 | 6 | Krooga | 42 | 0,813×0,813 | 25 | 333,13 | **39,98** |
| 42 | 7 074 | 1<br>3<br>1<br>1 | Krooga<br>”<br>”<br>” | 34<br>33<br>42<br>41 | 0,800×0,800<br>0,800×0,800<br>0,800×0,800<br>0,800×0,800 | 25<br>25<br>25<br>25 | 276,48 | **39,08** |
| 43 | 8 934 | 2<br>2<br>2<br>2<br>2 | Krooga<br>”<br>”<br>”<br>” | 27<br>29<br>30<br>31<br>31 | 0,730×0,730<br>0,730×0,730<br>0,730×0,730<br>0,710×0,710<br>0,800×0,800 | 25<br>25<br>25<br>40<br>45 | 325,19 | **36,39** |
| 44 | 4 102 | 5 | Krooga | 42 | 0,880×0,880 | 30 | 325,25 | **79,29** |
| V. Kielecki | | | | | | | | |
| 45 | 6 984 | 4<br>1 | Monstr<br>” | 44<br>36 | 0,800×0,800<br>0,780×0,780 | 47<br>47 | 269,08 | **38,52** |

*Ciąg dalszy tabl. I.*

| Okręg i cukrownia | Przerób dobowy | Liczba błotniarek | Rodzaj błotniarek | Liczba ram w błotn. | Wymiary wewnętrzne ram | Grubość ram w *mm* | Ogólna powierzchnia cedząca $S$ $m^2$ | $\frac{S}{1000\,q}$ $m^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V. Kielecki | | | | | | | | |
| 46 | 7 546 | 2<br>2<br>2 | Żychlin nowe<br>Żychlin stare<br>Krooga | 42<br>50<br>21 | 0,800×0,800<br>0,810×0,810<br>0,910×0,910 | 40<br>28<br>28 | 305,74 | **40,51** |
| 47 | 5 899 | 5 | Monstr | 42 | 0,800×0,800 | 45 | 268,80 | **45,56** |
| VI. Lubelski | | | | | | | | |
| 48 | 5 091 | 5 | Abrahama | 30 | 0,800×0,800 | 45 | 192,00 | **37,71** |
| 49 | 6 796 | 3<br>2 | Krooga<br>Abrahama | 36<br>42 | 0,810×0,810<br>0,820×0 820 | 25<br>47 | 254,68 | **37,47** |
| 50 | 8 180 | 7 | Abrahama | 29 | 0,810×0,810 | 30 | 266,38 | **32,56** |
| 51 | 4 925 | 4 | Monstr | 40 | 0,810×0,810 | 45 | 209,95 | **42,62** |
| 52 | 7 382 | 1<br>6 | Abrahama<br>Krooga | 41<br>30 | 0,800×0,800<br>0,810×0,810 | 45<br>35 | 288,68 | **39,10** |
| 53 | 7 539 | 4<br>2 | Monstr<br>Abrahama | 40<br>42 | 0,900×0,900<br>0,825×0,825 | 30<br>45 | 373,55 | **49,54** |
| 54 | 6 778 | 5 | Abrahama | 37 | 0,810×0,810 | 50 | 242,76 | **35,81** |
| VII. Wołyński | | | | | | | | |
| 55 | 6 011 | 4 | Abrahama | 35 | 0,805×0,805 | 46 | 181,45 | **30,18** |
| 56 | | | | | | | | |
| 57 | 3 600 | 4 | Begha | 50 | 0,740×0,710 | 20 | 210,16 | **58,37** |
| 58 | 8 500 | 3<br>4 | Krooga<br>„ | 42<br>42 | 0,852×0,852<br>0,852×0,852 | 34<br>34 | 426,83 | **50,21** |
| VIII. Małopolski | | | | | | | | |
| 59 | 13 468 | 7 | Krooga | 48 | 0,815×0,815 | 25 | 446,36 | **33,14** |
| 60 | 12 743 | 7 | Abrahama | 50 | 0,826×0,826 | 46 | 477,59 | **37,47** |
| 61 | 13 412 | 9<br>1<br>1<br>1 | Krooga<br>„<br>Abrahama<br>Stefena | 42<br>42<br>41<br>30 | 0,818×0,818<br>0,810×0,810<br>0,820×0,820<br>0,720×0,725 | 24<br>25<br>50<br>70 | 647,43 | **48,27** |

dne różnice konstrukcyjne, które w ankiecie naszej nie znalazły należytego odzwierciadlenia, znajdujemy dalej, że pod względem technicznym mamy dwa różne rodzaje błotniarek: 1) posiadające oddzielną komunikację wodną, niezależną od sokowej, do przemywania błota; przemywanie zachodzi wtedy przez całą grubość warstwy błota i wyloty sokowe płyt muszą być zaopatrzone w kraniki lub inne zamknięcia, które w czasie cedzenia soku wszystkie są otwarte, a w czasie wysładzania — co drugi kranik musi być zamknięty; ten typ błoniarek „zwykłych" w spisie figuruje najczęściej pod nazwą „Krooga", i 2) błotniarki „Abrahama", nie posiadające oddzielnej komunikacji wodnej: woda do wysładzania idzie zwykłym sokowym kanałem, przechodzi w każdej ramie, tak samo jak sok, na dwie strony, poprzez połowę grubości warstwy błota i jako wysłody wychodzi z wylotów wszystkich płyt, które nie potrzebują być zaopatrzone w zamknięcia. Przypominamy, że w pierwotnych błotniarkach Abrahama, jedna z ram, zaznaczona dla odróżnienia np. czerwonym kolorem, była nieco cieńsza, aniżeli pozostałe, służyła ona do rozpoznania momentu, kiedy należało przerwać cedzenie: następowało to w chwili, kiedy sok z płyt sąsiadujących z tą specjalną ramą, prawie przestawał ciec, w pozostałych zaś ramach pozostawała jeszcze w środku plastra błota wąska szczelina, dzięki której woda wysładzająca mogła swobodnie wchodzić do ramy; zbytnie zapełnienie wszystkich ram błotem utrudniałoby lub uniemożliwiało prawidłowe wysładzanie. W cukrowniach naszych, o ile potrafiliśmy zauważyć, błotniarki Abrahama zwykle tej specjalnej ramy nie posiadają. Zauważmy tu już w tem miejscu, że ramy w błotniarkach Abrahama, z natury rzeczy, nie mogą być szczelnie, do końca, napełnione błotem, a w praktyce cedzenie często przerywane jest przedwcześnie tak, iż ramy są stale „nie dobite". Sam Abraham, jako jedną z głównych zalet swoich błotniarek wskazywał łatwe, oszczędne wysładzanie, pozwalające obejść się 100%-ami wysłodów na wagę błota. Poza tym błotniarki te są tańsze i prostsze w użyciu, ze względu na brak kanału wodnego i kraników na wylotach z płyt.

Oprócz „rodzaju" (Krooga, Abrahama) błotniarki różnią się: wymiarem ram, liczbą ram, ich grubością i powierzchnią cedzącą jednej sztuki. Przeglądając spis Tablicy I, zauważymy, że mniejszość tylko cukrowni, bo z ogólnej liczby zaledwie 20 fabryk, posiada wszystkie błotniarki ściśle jednego typu, t. j. tego samego „rodzaju", wymiaru i liczby ram oraz grubości, są to np. cukrownie №№. 4, 9, 10, 12, 20, 22, 28 i t. d.; większość posiada w jednej fabryce błotniarki dwóch, trzech, a nawet czterech i wyjątkowo — pięciu typów (Tablica II). Z taką rozmaitością typów wiążą się, oczywiście, pewne trudności w prowadzeniu stacji błotniarek, o czem obszernie będzie mowa dalej. Nie sądzimy, iż by cukrownie nie zdawały sobie sprawy z niewygody posiadania błotniarek różnych typów. Przyczyny, która doprowadziła cukrownie do istniejącego stanu rzeczy, doszukiwać się raczej należy w stopniowym, historycznym rozwoju poszczególnych fabryk. W miarę wzrostu przerobu dokupywano do starych, zwykle małych błotniarek, nowe, duże, kiedy indziej przenoszono błotniarki ze zwijanych cukrowni do pozostawionych w ruchu i t. p.

*Wymiary ram*, które—za niewielu wyjątkami—są kwadratowe, podane są w tablicach, jako wewnętrzne (w świetle), są więc one też wymiarami do obliczenia powierzchni cedzącej. Najmniejsze ramy, o wymiarach 580 × 580 *mm*, posiada cukrownia № 34. Największe, 930 × 930 *mm*,

cukrownie № 12, 15, 18. Najczęstszy wymiar ram wynosi ok. 800 × 800 *mm*. *Liczba ram* waha się od 21 do 56; najczęściej 30—40 ram w jednej sztuce. *Grubość ram* waha się od 24 do 70 *mm*. Można odróżnić, jako najczęściej występujące, dwie grubości ram: 1) ok. 25—30 *mm* i 2) około 45 *mm*. Zdaje się, że stoi to w związku z „historią" błotniarek. Dawniejsze „zwykłe" błotniarki budowano o $e =$ ok. 25 *mm*, Abrahamowskie, późniejsze, o $e = 45$ *mm*, ze względu na ułatwione przemywanie, przez połowę grubości plastra błota. *Powierzchnia cedząca* jednej błotniarki wynosi od ok. 17 $m^2$ do ok. 87 $m^2$, najczęściej ok. 50 $m^2$. *Liczba błotniarek* w jednej fabryce wynosi od 4 do 18. *Sprawność stacji błotniarek* charakteryzuje powierzchnia cedząca, przypadająca na 1 000 *q* dobowego przerobu. Waha się ona w cukrowniach polskich od 30 $m^2$ do 79,3 $m^2$ i wynosi przeciętnie ok. 42 $m^2$. Podawana przez K. Smoleńskiego od wielu lat „norma": 40 $m^2$ na 1 000 *q* przerobu może być uznana za zupełnie wystarczającą, a przy bardzo starannej robocie może w wielu przypadkach wystarczyć nawet 30—35 $m^2$.

TABLICA II.

**Ogólne dane o błotniarkach w cukrowniach polskich.**

| | | |
|---|---|---|
| Jeden typ błotniarek stosuje się w | 20 | cukrowniach, |
| Dwa typy . . . . . . . . | 17 | „ |
| Trzy, cztery (pięć) . . . . . | 20 | „ |

| | Maximum | Minimum |
|---|---|---|
| Wymiary ram (wewnętrzne) . . . . . | 930 × 930; | 580 × 580 *mm* |
| Liczba ram . . . . . . . . . . . | 56; | 21 |
| Powierzchnia cedząca jednej błotniarki . | 86,5; | 16,7 $m^2$ |
| Grubość ram . . . . . . . . . . | 70; | 24 *mm* |
| Powierzchnia cedząca na 1000 *q* przerobu | 79,3; | 30,2 $m^2$ |
| Przeciętnie . . . . . . . | *42,3* $m^2$ | |
| Liczba błotniarek w jednej cukrowni . . | 18; | 4 |

## II. Rozważania o sprawności błotniarek.

### 1) Ogólny wzór na sprawność błotniarek.

Podczas kiedy poprzedzająca błotniarki stacja saturacji albo pracuje (w coraz większej liczbie cukrowni) w sposób całkowicie ciągły, albo — jeśli nawet saturacja jest periodyczna, to sok na błotniarki podawany jest — w zasadzie — w sposób ciągły i równomierny, — poszczególna błotniarka pracuje w sposób typowo *periodyczny, okresowy*. Każdy pojedyńczy okres pracy błotniarki nazwiemy jej *obiegiem* (obrotem). Każdy obieg sumuje się: 1) z *okresu cedzenia* (nabierania) soku, 2) z *okresu wysładzania* (przemywania), 3) *wyładowania* błota, i 4) *zebrania* błotniarki. Jeżeli całkowity *czas jednego obiegu błotniarki* oznaczymy przez $\tau$, to mamy prosty wzór:

$$\tau = \tau_c + \tau_n \quad \text{. . . . . . . . . .} \quad (1)$$

w którym $\tau_c$ oznacza *czas cedzenia*, w ścisłym znaczeniu tego słowa, $\tau_n$ — *czas „niecedzenia"*, t. j. sumę czasu, potrzebnego na przemywanie, wyładowanie i zebranie błotniarki. Np. $\tau_c$ wynosi zwykle ok 60 — 90 min, $\tau_n$ — ok. 25—30 min, w czym czas wysładzania 10 — 15 min.

Oznaczymy dalej: przez $S$ powierzchnię cedzącą jednej błotniarki, przez $N$—ogólną liczbę błotniarek (jednakowych wymiarów), $\Sigma = S \times N$— ogólną powierzchnię cedzącą całej stacji pierwszych błotniarek; przez $A$— przerób buraków w przeciągu 1 minuty w *kg*; $k$ — liczbę *kg* buraków, odpowiadającą 1 *l* soku saturacyjnego; wreszcie przez $v_p$ — *przeciętną szybkość cedzenia*, wyrażoną w $l/$min, $m^2$ (w litrach na minutę i 1 $m^2$ powierzchni cedzącej).

W sposób prosty, którego opis pomijamy, dochodzimy do następującego wzoru na *sprawność stacji błotniarek*, którą oznaczymy przez $M_b$, a która wyrażać ma: ile *kg* buraków, przerobionych na minutę, przypada na 1 $m^2$ błotniarek.

$$M_b = \frac{A}{S \cdot N} = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau} = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Wzór ten poucza, przedewszystkiem, o rzeczach, które same przez się są rozumiane, t. j. iż sprawność błotniarek jest wprost proporcjonalna do $v_p$, t. j. do przeciętnej szybkości cedzenia, oraz że jest ona też proporcjonalna do $k$, czyli do ilości *kg* buraków, odpowiadającej litrowi soku [2]). Ale, prócz tego, wzór ten powiada nam, iż sprawność błotniarek zależy w dużym stopniu od pewnej wielkości, o której się często zapomina. Sprawność jest wprost proporcjonalna do czynnika: $\frac{\tau_c}{\tau}$, t. j. do stosunku czasu cedzenia do czasu całkowitego obiegu błotniarki.

Stosunek ten oznaczymy przez $\eta$ i nazwiemy *spółczynnikiem czynności cedzenia:*

$$\eta = \frac{\tau_c}{\tau} = \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Stosunek ten w różnych przypadkach może być różny i waha się od 0,5 do 0,8; np. w pewnej cukrowni, w której czas obiegu $\tau$ wynosił 120 min, a czas cedzenia $\tau_c = 90$ min., mieliśmy $\eta = \frac{90}{120} = 0{,}75$; w innej dla $\tau = 50$ min. i $\tau_c = 25$ min., wypada $\eta = 0{,}50$.

Gdyby czas niecedzenia równał się zeru, t. j. gdyby błoto było przemywane i usuwane momentalnie i błotniarka również momentalnie była doprowadzana do dalszego stanu użytkowego (przybliżenie do tego stanu rzeczy da się pomyśleć tylko dla błotniarki o ciągłym działaniu), to

$$\eta = \frac{\tau_c}{\tau_c + 0} = 1$$

i sprawność błotniarek byłaby proporcjonalna tylko do szybkości cedzenia.

W naszych natomiast realnych, periodycznie pracujących błotniarkach sprawność błotniarek zależy nie tylko od szybkości cedzenia, ale też w dość znacznej mierze od spółczynnika $\eta$. Pragnąc zwiększyć ten spółczynnik, należy dążyć: 1) do skrócenia czasu niecedzenia $\tau_n$, t. j. czasu przemywania, wyładowania i zebrania, co pozostaje zawsze słusznym, i 2) teoretycznie biorąc, do przedłużenia czasu cedzenia $\tau_c$.

---

[2]) Jeżeli ze 100 *kg* buraków otrzymujemy np. 120 *l* soku, to $k = \frac{100}{120} = 0{,}8$.

### 2) Zależność sprawności błotniarek od szybkości cedzenia.

Ażeby lepiej zrozumieć, w jakiej mierze należy *w praktyce* dążyć lub nie dążyć do przedłużania czasu cedzenia, wyprowadzimy wzór, wykazujący *zależność czasu cedzenia od głównych czynników technologicznych.*

Oznaczmy: przez $e$ — grubość ramy błotniarkowej (*mm*), przez $d$ — pozorny ciężar właściwy błota w ramie, t. j. ilość *kg* błota przypadającą na *l* pojemności ram; przez $b$ — ilość *kg* błota, odpowiadającą litrowi odcedzonego soku; przez $v_p$ jak wyżej — przeciętną szybkość cedzenia soku, *l*/min, $m^2$.

Zauważmy, że cedzenie może trwać póty, póki ramy nie zostaną wypełnione błotem, i ułóżmy proste równanie:

$$2\,v_p \times b \times \tau_c = e \times d \qquad (4)$$

z którego znajdziemy, że:

$$\tau_c = \frac{e \cdot d}{2\,v_p \cdot b} \qquad (5)$$

Wzór ten powiada, że czas cedzenia jest wprost proporcjonalny do grubości ram i odwrotnie proporcjonalny do przeciętnej szybkości cedzenia. Poza tym jest on wprost proporcjonalny do ciężaru właściwego błota (zależnego od stopnia nabicia ram), a odwrotnie proporcjonalny do ilości błota z litra soku; ta ostatnia wielkość $b$ jest znów w przybliżeniu proporcjonalna do ilości wapna użytego na litr soku.

Ze wzoru tego zauważmy, tymczasem, że ze wzrostem szybkości cedzenia $v_p$, przy niezmiennych wielkościach; $e$, $d$ i $b$, czas cedzenia $\tau_c$ zmniejsza się.

Można dalej udowodnić, że interesujący nas spółczynnik

$$\eta = \frac{\tau_c}{\tau} = \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n}$$

jeżeli $\tau_n$ pozostaje bez zmiany, ze wzrostem szybkości cedzenia spada, ale w stopniu mniejszym, aniżeli szybkość wzrasta. Praktycznie biorąc, oznacza to, że *wzrost przeciętnej szybkości cedzenia jest zawsze pożyteczny,* t. j. powoduje zawsze wzrost sprawności błotniarek, jednakże wzrost sprawności jest mniejszy, aniżeli wzrost szybkości cedzenia. Wywód ten zilustrujemy następującym przykładem. Pewna cukrownia posiada przeciętną szybkość cedzenia $v = 3$ *l*/$m^2$, min, czas cedzenia $\tau_c = 90$ min., czas niecedzenia $\tau_n = 30$ min., a więc czas obiegu $\tau = \tau_c + \tau_n = 120$ min.; $k = 0{,}8$. Wtedy sprawność błotniarek

$$M'_b = 0{,}8 \cdot 3 \cdot \frac{90}{120} = 1{,}80\ kg \text{ buraków/min., } m^2.$$

Gdyby cukrownia potrafiła osiągnąć szybkość cedzenia $v = 9$ *l*/min., $m^2$, t. j. trójkrotnie ją zwiększyć (np. przez zastosowanie lepszego sposobu wykonania defekacji), wtedy czas cedzenia $\tau_c$ trójkrotnie by się zmniejszył i równałby się $\tau_c = 30$ min.; gdyby czas niecedzenia $\tau_n$ pozostał bez zmiany i wynosił $\tau_n = 30$ min., to $\tau = 60$ min. Wtedy sprawność błotniarek:

$$M''_b = 0{,}8 \cdot 9 \cdot \frac{30}{60} = 3{,}60\ kg \text{ bur./min., } m^2.$$

A więc trójkrotny wzrost szybkości cedzenia dałby mniejszy, bo tylko dwukrotny, wzrost sprawności błotniarek.

W praktyce, gdyby zwiększenie szybkości cedzenia zostało osiągnięte przez poprawę jakości błota, możnaby się dodatkowo spodziewać skrócenia czasu przemywania i wyładowania, a więc zmniejszenia czasu niecedzenia $\tau_n$, a przez to — dodatkowego wzrostu sprawności błotniarek. Np. gdyby czas niecedzenia z 30 min. spadł do $\tau_n = 20$ min., a więc $\tau = 30 + 20 =$ $= 50$ min., to sprawność $M''_b$ wyniosłaby: $0{,}8 \cdot 9 \cdot \frac{30}{50} = 4{,}32$.

**3) Zależność sprawności błotniarek $M_b$ od „czasu niecedzenia“ $\tau_n$?**

Wiemy, że

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_n + \tau_c}$$

Ze wzoru zaś (5):

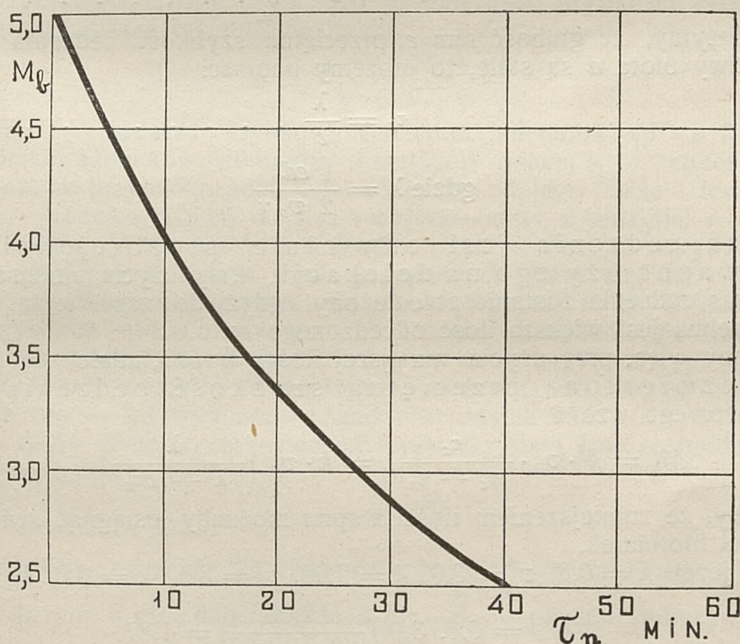
$$\tau_c = \frac{e\,d}{2\,b} \cdot \frac{1}{v_p} = \frac{\alpha}{v_p},$$

gdzie $\alpha = \frac{e\,d}{2\,b}$ przyjmujemy za wielkość stałą

A więc:

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\alpha/v_p}{\alpha/v_p + \tau_n} = \frac{k \cdot \alpha\, v_p}{\alpha + v_p \cdot \tau_n} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Jeżeli: $k$, $\alpha$ i $v_p$ są stałe, to *sprawność błotniarek* zależy od $\tau_n$, a mianowicie *zmniejsza się ze wzrostem* $\tau_n$. Krzywa wykresu rys. 2 daje




Rys. 2. Zależność sprawności błotniarek $M_b$ od czasu niecedzenia $\tau_n$

pojęcie o zależności sprawności błotniarek od czasu niecedzenia. W konkretnym przypadku, przedstawionym na wykresie, skrócenie czasu niece-

dzenia z 30 min. do 10 min. pozwoliłoby zwiększyć sprawność błotniarek z 2,85 na 4,00, a więc około 1,4-krotnie. Z przykładu tego widać, jak ważną rzeczą dla sprawności błotniarek jest skrócenie czasu przemywania i wyładowania błotniarki (dobre błoto i sprawna obsługa). Łatwo też zrozumieć, iż przy zbyt wolnym cedzeniu (np. przy złym błocie) robotnicy na błotniarkach „zwiększają (niewystarczającą wtedy) sprawność“ zwykle przez szybkie, powierzchowne wysładzanie.

**4) Zależność sprawności błotniarek od ilości wapna, użytego na defekacji?**

Ze wzoru (5) wiemy, iż

$$\tau c = \frac{e}{2v_p} \cdot \frac{d}{b}$$

We wzorze tym $b$ oznacza ilość $kg$ błota odpowiadającą litrowi soku, zaś $d$ = ciężar właściwy błota w ramie, a więc $\frac{b}{d}$ —objętość błota (w $l$), przypadającą na litr soku. Czas cedzenia przy stałym $e$ i $v_p$, to jest grubości ram i przeciętnej szybkości cedzenia, jest odwrotnie proporcjonalny do tej objętości $\frac{b}{d}$.

Ilość błota $b$ jest w przybliżeniu, proporcjonalna do ilości $c$ $kg$ wapna $(CaO)$, użytego na litr soku [3]):

$$b = \gamma . c \quad . . . . . . . . . . (7)$$

Jeżeli założymy, że grubość ram $e$, przeciętna szybkość cedzenia $v_p$ i ciężar właściwy błota $d$ są stałe, to możemy napisać:

$$\tau_c = \frac{\lambda}{c} \quad . . . . . . . . . . (8)$$

$$\text{gdzie } \lambda = \frac{ed}{2\, v_p\, \gamma}$$

C z a s c e d z e n i a j e s t o d w r o t n i e p r o p o r c j o n a l n y d o i l o ś c i w a p n a u ż y t e g o n a d e f e k a c j i. Przy użyciu mniejszej ilości wapna czas cedzenia zostanie przedłużony, gdyż do zapełnienia ram błotem potrzebna jest większa ilość odcedzonego soku.

Gdyby więc, przy użyciu mniejszej ilości wapna, udało się z a c h o w a ć n i e z m i e n i o n ą p r z e c i ę t n ą s z y b k o ś ć c e d z e n i a $v_p$, to z podstawowego wzoru

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} = k \cdot v_p \left( \frac{\lambda}{\lambda + c\tau_n} \right) \quad . . . . (9)$$

wynikałoby, że zmniejszeniem ilości wapna możnaby osiągnąć zwiększenie sprawności błotniarek.

Np. jeżeli $k = 0{,}8$, $v_p = 3{,}0$, $\lambda = 2{,}00$, $\tau_n = 30$ i $c = 0{,}02$ $kg$ $CaO$, to

$$M'_b = 0{,}8 .\ 3{,}0 \left( \frac{2{,}00}{2{,}00 + 0{,}60} \right) = 1{,}87.$$

---

[3]) Powszechnie stosowany w fabrykach wzór: ilość błota = 4-krotnej ilości użytego wapna. Wzór ten nie jest, oczywiście, ścisły, jako nieuwzględniający zmiennej, przy różnych dawkach wapna, ilości niecukrów w błocie.

Przy użyciu zaś $c = 0{,}015$ *kg CaO*:

$$M''_b = 0{,}8 . 3{,}0 \left(\frac{2{,}00}{2{,}00+0{,}45}\right) = 1{,}97.$$

Nastąpiłoby więc pewne (w danym przypadku niezbyt zresztą znaczne) zwiększenie sprawności błotniarek.

Niestety, przy użyciu tego samego sposobu wykonania defekacji i saturacji, szybkość cedzenia ze zmniejszeniem ilości wapna spada, przez co w praktyce nietylko efekt zwiększenia sprawności może być skasowany, ale nawet, w gorszym przypadku, przy znaczniejszym zmniejszeniu szybkości cedzenia, może wystąpić spadek sprawności błotniarek. W każdym razie, przez przytoczone rozumowania chcielibyśmy zwrócić uwagę, że zmniejszenie ilości wapna niekoniecznie pociąga za sobą zmniejszenie sprawności błotniarek. Cukrownia, stosująca lepszy sposób wykonania defekacji (np. defekację wstępną lub powolną, zamiast zwykłej) lub w ogóle umiejętniej i staranniej prowadząca procesy otrzymywania i oczyszczania soków, może przy użyciu mniejszej ilości wapna osiągnąć taką samą lub nawet większą sprawność błotniarek, niż inna cukrownia, stosująca większą ilość wapna, ale gorzej prowadząca wskazane procesy. Mogliśmy się o tem niejednokrotnie przekonać, studjując w ostatnich latach bieg cedzenia w poszczególnych cukrowniach.

### 5) Teoretyczny wzór na szybkość cedzenia.

Pewne, względnie proste, rozważania technologiczne, doprowadziły jednego z nas, jeszcze przed 30 laty, do wyprowadzenia i przyjęcia następującego prostego wzoru, wyrażającego zależność szybkości cedzenia od głównych czynników technologicznych:

$$v = \frac{q \cdot \delta^4}{\mu} \cdot \frac{P_1 - P_2}{\varepsilon} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (10)$$

w którym: $v$ — oznacza szybkość cedzenia, mierzoną np. w $l/m^2$, min; $\delta$ — średnicę kanalików pomiędzy cząstkami osadu; $\mu$ — lepkość cieczy, zależną np. w przypadku soku cukrowniczego od jego brixa i temperatury; $P_1 - P_2$ — różnicę ciśnień wejścia i wyjścia cieczy z cedzidła; $\varepsilon$ — grubość warstwy osadu, przez który przechodzi ciecz [4]). Jest to oczywiście *wzór przybliżony*, który jednak w wielu przypadkach staje się, dla celów praktycznych, dostatecznie ścisłym. Ze wzoru wynika, że szybkość cedzenia jest w wysokim stopniu zależna od średnicy kanalików (a także od ich liczby przypadającej na $m^2$ powierzchni, — co w przytoczonym uproszczonym wzorze nie zostało uwzględnione, — a więc od stopnia porowatości błota), ta zaś — od wymiaru i charakteru cząstek osadu.

Do celów niniejszych rozważań wystarczy nam jeszcze bardziej *uproszczony* następujący *wzór*:

$$v = K \cdot \frac{P}{\varepsilon} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (11)$$

w którym: $P$ — oznacza, dla cedzenia w błotniarkach, ciśnienie soku, wchodzącego do ram, w atm. nadciśnienia, a $K = \frac{q \cdot \delta^4}{\mu}$ pewien spółczynnik, który nazwiemy *spółczynnikiem szybkości cedzenia*.

---

[4]) Jest to w gruncie rzeczy, wzór Poiseuille'a na szybkość przepływu cieczy przez kapilarne rurki.

Wzór (11) poucza nas, iż *szybkość cedzenia* jest:

1) *wprost proporcjonalna do spółczynnika K*, który odpowiada szybkości cedzenia, wyrażonej np. w $l/m^2$. min. pod ciśnieniem 1 atm. i przy grubości warstwy osadu 1 *mm*. Wielkość tego spółczynnika uzależniona jest od właściwości, od fizycznych i mechanicznych cech, osadu i cieczy. Spółczynnik ten jest *właściwą miarą* dla porównania czynników szybkości cedzenia w poszczególnych przypadkach, jako uniezależniony od zmiennych wartości ciśnienia i grubości osadu. Oznaczenie wielkości tego spółczynnika pozwala dopiero obiektywnie ocenić „dobre" czy „złe" cedzenie, dobre lub złe błoto w poszczególnych cukrowniach. W następnej części niniejszej pracy podamy eksperymentalnie oznaczone wartości spółczynnika *K* dla cedzenia soku w błotniarkach w kilku cukrowniach polskich.

2) *Szybkość jest wprost proporcjonalna do ciśnienia*, pod którym zachodzi cedzenie. Mamy więc w ciśnieniu czynnik, pozwalający znacznie zwiększać szybkość cedzenia. Ze względu na szczelność styków ram z płytami, na wytrzymałość mechaniczną płyt i t. p. nie przekraczamy normalnie w cukrowniach ciśnienia (nadciśnienia) 3—4 atm.

3. *Szybkość jest odwrotnie proporcjonalna do grubości warstwy osadu*, a więc: na początku cedzenia, kiedy grubość ta jest zupełnie nieznaczna, szybkość jest największa; następnie, w miarę biegu cedzenia, wzrasta stopniowo grubość warstwy osadu, a przez to (gdyby ciśnienie pozostawało bez zmiany) szybkość spada i w końcu cedzenia—kiedy grubość osadu $\varepsilon$ jest największa i równa się grubości ramy, *e*, szybkość jest najmniejsza. Na początku cedzenia, oprócz oporu w warstwie osadu, który jest jeszcze nieznaczny, trzeba się jeszcze liczyć z oporem w tkaninie filtracyjnej (w serwecie), szczególniej jeżeli ta pracuje już dłuższy czas i pory jej są częściowo zatkane osadem. W końcu cedzenia, oprócz oporów, wywołanych grubością warstwy osadu, trzeba się liczyć z tym faktem, iż przy „dobijaniu" ramy liczba i średnica kanalików zmniejsza się, przez co spółczynnik *K* spada.

Gdyby ciśnienie *P* (i spółczynnik *K*) pozostawało w czasie całego okresu cedzenia niezmienne, mielibyśmy

$$v = \frac{a}{\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12),$$

gdzie $a = K.\ P.$

Jeżeli przez *Q* oznaczymy ilość płynu odcedzonego do pewnego momentu czasu *t*, to mamy.

$$v = \frac{dQ}{dt} = \frac{a}{\varepsilon}.$$

Zauważymy, że

$$\varepsilon = \alpha.\ Q,$$

gdyż grubość warstwy osadu jest proporcjonalna do ilości odcedzonego soku.

Dalej więc mamy:

$$v = \frac{dQ}{dt} = \frac{a}{\alpha.\ Q} = \frac{\beta}{Q}, \text{ gdzie } \beta = \frac{a}{\alpha}$$

$$\text{i } Q.\ dQ = \beta.\ dt.$$

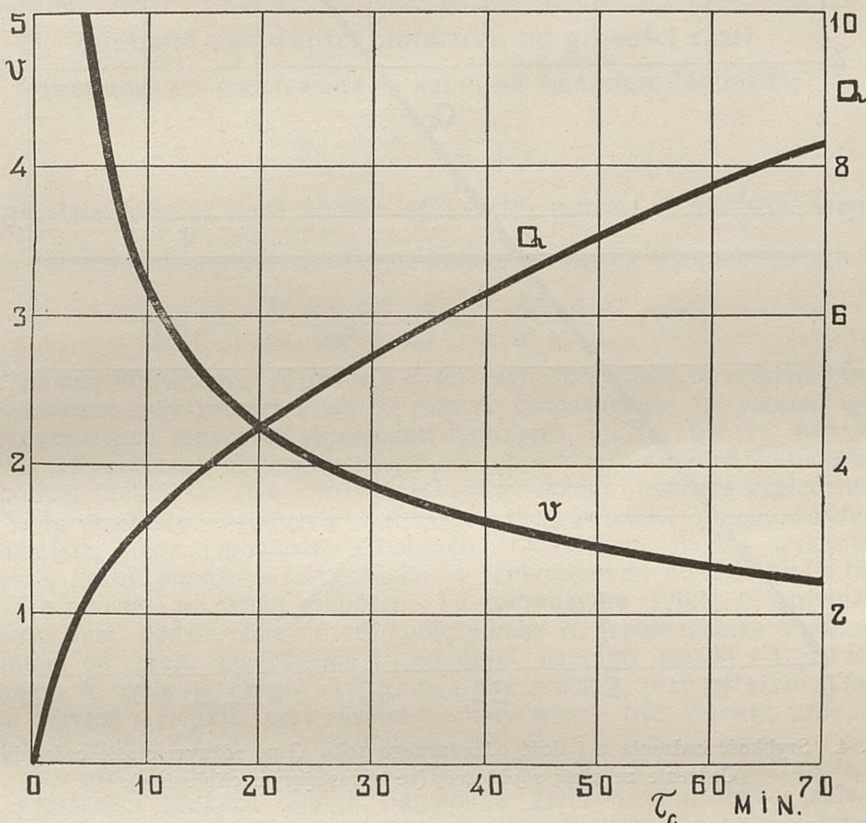
Całkując to różniczkowe równanie, znajdziemy:

$$Q^2 = 2\beta . t \text{ czyli } Q = \sqrt{2\beta . t} \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

i dalej

$$v = \frac{\beta}{\sqrt{2\beta t}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14).$$

Na wykresie Rys. 3 mamy, przykładowo, podany bieg krzywych szykości $v$ i wydajności (ilości odcedzonego soku) $Q$, obliczonych według wyprowadzonych wzorów.




Rys. 3. Szybkość cedzenia $v$ i ilość odcedzonego soku $Q$ po różnym czasie cedzenia $\tau_c$. Cedzenie pod *stałym ciśnieniem.*

Ciśnienie $P$ cedzenia, które przy wyprowadzaniu wzorów (13) i (14) przyjęliśmy za stałe, faktycznie w czasie cedzenia zmienia się przy czym, ogólnie biorąc, jest ono na początku cedzenia najniższe, po czym wzrasta i dochodzi do pewnego dopuszczalnego maximum, na którym pozostaje już zwykle do końca cedzenia. Ten wzrost ciśnienia kompensuje, do pewnego stopnia, spadek szybkości cedzenia, powodowany przez wzrost grubości warstwy osadu tak, iż szybkość nie spada tak stromo, jakby to wypadało z wykresu.

Teoretycznie, przez odpowiednio dobrany wzrost ciśnienia możnaby utrzymać szybkość cedzenia, w czasie całego okresu cedzenia, na stałej wysokości. W tym przypadku mielibyśmy bieg krzywych szybkości $v$ i wydajności $Q$, wskazane na wykresie Rys. 4.

W praktyce mamy przypadek pośredni między wskazanym na wykresach Rys. 3 i Rys. 4. Z powodu stopniowego wzrostu ciśnienia szybkość

Rys. 4. Szybkość cedzenia $v$ i ilość odcedzonego soku $Q$ po różnym czasie cedzenia $\tau_c$. Cedzenie ze *stałą szybkością* (ze wzrastającym ciśnieniem).

cedzenia nie spada tak gwałtownie, jak na wykresie Rys. 3, a ilość odcedzonego soku $Q$ jest większa, jej krzywa wzrasta szybciej. Nie udaje się jednak utrzymać szybkości cedzenia na jednakowym poziomie, ani uzyskać tak znacznego wzrostu odcedzonego soku jak na wykresie Rys. 4.

Dla przypadku cedzenia pod stałym ciśnieniem możnaby, wychodząc z wyprowadzonych wzorów (13) i (14) matematycznie udowodnić, iż:

1) przeciętna szybkość cedzenia $v_p$ jest odwrotnie proporcjonalna do grubości ramy $e$;

$$v_p = \frac{f}{e} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (15)$$

2) czas cedzenia $\tau_c$ jest wprost proporcjonalny do drugiej potęgi grubości ramy

$$\tau_c = \varsigma e^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

jeżeli mamy dwa razy grubsze ramy (50 *mm* zamiast 25 *mm*), to czas cedzenia jest, teoretycznie, cztery razy dłuższy.

Jest to oczywiście słuszne tylko przy niezmiennym $K$ (spółczynniku szybkości cedzenia) oraz, jak to już zaznaczono, przy stałym ciśnieniu $P$.

Ponieważ, w praktyce, mamy wzrost ciśnienia w miarę napełniania błotniarki, sprawa się komplikuje. Można jednak twierdzić, że zależności, wyrażone w punktach 1 i 2, pozostają w przybliżeniu słuszne.

### 6) Zależność sprawności błotniarek od grubości ram?

Powracamy do podstawowego wzoru na sprawność błotniarek:

$$M_b = k \cdot v_p \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n}$$

Podstawiając w myśl wzorów (15) i (16) zamiast $v_p = \frac{f}{e}$ i zamiast $\tau_c = \varsigma e^2$, znajdujemy zależność sprawności błotniarek od grubości ram:

$$M_b = \frac{kf}{e} \left( \frac{\varsigma e^2}{\varsigma e^2 + \tau_n} \right) = \frac{kf\varsigma \cdot e}{\varsigma\, e^2 + \tau_n} = \varphi(e)$$

Można udowodnić, że funkcja $\varphi$ *(e)* czyli *sprawność błotniarek* posiada *maximum przy pewnej grubości ram e*. Odpowiednią *optymalną grubość ram*, dającą maximum sprawności błotniarek, można byłoby odnaleźć według zwyczajnego matematycznego postępowania (przyrównania pierwszej pochodnej funkcji do zera i rozwiązania otrzymanego równania względem *e*).

Nie uważamy z różnych względów za potrzebne przeprowadzania w niniejszej pracy odpowiednich obliczeń. Odkładamy to do wykonania większej liczby pomiarów fabrycznych w cukrowniach, posiadających błotniarki z ramami o różnej grubości. Tu zauważymy tylko, że optymalna grubość ram będzie zależeć od spółczynnika $K$, (spółczynnika szybkości cedzenia) od czasu niecedzenia $\tau_n$, od ilości użytego wapna i t. d. Przy wysokim $K$ (dobrym błocie) ramy mogą być grubsze, przy niższym $K$ (gorszym błocie) — cieńsze; przy niskim $\tau_n$ ramy winny być cienkie, przy wysokim — grube, i t. d.

Nie przesądzając sprawy, ośmielamy się wyrazić przypuszczenie, że dla większości naszych fabryk optymalna grubość ram, dająca najwyższą sprawność błotniarek, wynosić powinna ok. 35 *mm*. Do sprawy tej postaramy się powrócić w następnych częściach pracy.

### 7) Jednoczesna praca baterii błotniarek.

W praktyce fabrycznej mamy zawsze do czynienia z układem, składającym się z kilku, np. z 5 — 8 i więcej błotniarek, jednocześnie pracujących. Układ taki nazwiemy *baterią błotniarek*.

Powstaje, ważne dla praktyki, pytanie: *jak należy organizować pracę baterii błotniarek,* ażeby osiągnąć maksymalną ich sprawność.

Jest rzeczą oczywistą, że nie można puszczać ich, zaczynać i kończyć cedzenie jednocześnie na wszystkich błotniarkach. gdyż wtedy, po jedno-

czesnym ich nabraniu, wypadłoby zatrzymać cedzenie na przeciąg czasu, potrzebny do przemycia i wyładowania, t. j. na ok. 20—30 min.

O wiele lepiej jest *wprowadzać błotniarki* w ruch (rozpoczynać cedzenie) *po kolei*, co pewien odstęp czasu $\varsigma$ min. Ten odstęp czasu wyrazić można wzorem:

$$\varsigma = \frac{\tau}{N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

w którym $\tau$ wyraża czas całkowitego obiegu błotniarek, a $N$ — liczbę błotniarek.

Np. jeżeli $\tau_c = 90$ min., $\tau_n = 30$ i $\tau = \tau_c + \tau_n = 120$ min., a $N = 6$, to

$$\varsigma = \frac{120}{6} = 20 \text{ min.}$$

W ten sposób da się najlepiej zaradzić istotnej sprzeczności, jaka zachodzi między ciągłym i równomiernym dopływem soku na stację błotniarek, a periodyczną pracą pojedyńczej błotniarki. Szybkość cedzenia w pojedyńczej błotniarce, w czasie każdego obiegu, wciąż się zmienia: na początku nabierania soku jest wysoka, poczem stopniowo spada aż do końca nabierania, a wreszcie — w okresie „niecedzenia" szybkość równa się zeru. Jeżeli będziemy wprowadzali błotniarki po kolei, z odstępem czasu $\varsigma = \frac{\tau}{N}$, to w każdym poszczególnym momencie szybkość ogólna będzie przeciętną z szybkości poszczególnych błotniarek, a zarazem — przeciętną z szybkości, jakie mamy w pojedyńczej błotniarce w momentach, odległych od siebie o $\varsigma$ minut. Szybkość ta będzie prawie równoznaczna z przeciętną szybkością pojedyńczej błotniarki. Ilość soku, odcedzonego w każdym momencie, będzie stała i równa przeciętnej szybkości cedzenia pojedyńczej błotniarki, pomnożonej przez $\Sigma = S \times N$, t. j. przez ogólną powierzchnię cedzącą wszystkich błotniarek, oraz przez spółczynnik czynności cedzenia $\eta$. Baterja periodycznie pracujących błotniarek będzie się sprawowała, jak przyrząd cedzący o ciągłej i równomiernej szybkości cedzenia. Równomierność cedzenia baterii będzie tym lepsza, im równiej prowadzone są błotniarki i im większa jest ich liczba w układzie.

Jeżeli poszczególne błotniarki posiadają *ramy niejednakowej grubości*, jedne cienkie (np. 25 *mm*), drugie grube (np. 45 *mm*), to czasy cedzenia $\tau_c$, a więc i czasy obiegu będą niejednakowe; trudno wtedy równomiernie pracować, wprowadzając kolejno błotniarki, co pewien czas $\varsigma$. Wypada wtedy: albo, chcąc zachować kolejne wprowadzanie błotniarek, hamować cedzenie soku czy też przedłużać czas niecedzenia na szybciej cedzących błotniarkach o mniejszej grubości ram, a przez to obniżyć sprawność błotniarek, albo—nie dobijać ram o większej grubości, przedwcześnie przerywając cedzedzenie, co ujemnie odbija się na wysładzaniu, albo wreszcie, starając się odpowiednio prowadzić każdą błotniarkę, (co będzie wymagało innego czasu obiegu dla grubych, a innego dla cienkich ram), odstąpić od najprostszego, łatwego do wykonania i kontroli, kolejnego ich wprowadzania, jednej po drugiej, tak jak są ustawione, a wprowadzać je w kolejności wykańczania, co zwykle szybko doprowadza do rozstroju systematycznej roboty i powoduje kolizje prawie jednoczesnego wyładowania lub puszczenia w ruch dwóch błotniarek, a w rezultacie ostatecznym prowadzi do zmniejszenia sprawności stacji błotniarek.

Jeżeli, w dużej cukrowni, ma się błotniarki, o dwóch różnych grubościach ram i każdego rodzaju dość znaczną liczbę, np. po 5—6, to można doradzać *rozdzielenie ich na dwie baterie,* każda o jednakowej grubości ram, i prowadzenie każdej z nich jakby oddzielnie, ze swoim odstępem czasu.

Przy *bardzo znacznej liczbie błotniarek,* np. 12—16, choćby o jednakowej grubości ram, lepiej jest też *podzielić je na dwie baterie,* prowadzone niezależnie jedna od drugiej. Jest to potrzebne choćby ze względu na obsługę, gdyż przy zbyt dużej liczbie błotniarek w jednej baterii, odstęp czasu $\varsigma$ jest tak krótki, np. $\frac{120}{16} =$ ok. 7,5 min., iż nie wystarcza on na wyładowanie i złożenie błotniarki, trzeba więc — wszystko jedno — mieć dwa komplety robotników do tych czynności.

Nawet w układzie błotniarek, pracujących normalnie z pewnym odstępem czasu, *wprowadzenie w ruch każdej nowej błotniarki* powoduje pewne naruszenie biegu pozostałych, ujemnie odbijające się na sprawności stacji błotniarek. Sok, idący na świeżą błotniarkę, napotyka w niej, z powodu braku osadu, minimalny opór, przez co — pomimo znacznej szybkości cedzenia — ciśnienie na danej błotniarce jest niskie na przykład poniżej jednej atmosfery, przez co *spada* znacznie *ciśnienie ogólne,* w głównej komunikacji i na wszystkich pozostałych błotniarkach. W rezultacie, w momencie wprowadzenia świeżej błotniarki szybkość cedzenia na wszystkich błotniarkach spada; narusza to równomierność ich biegu, a szczególniej przeszkadza w należytym „dobiciu" błotniarki, znajdującej się w tym momencie w końcowym okresie cedzenia. Dobicie błotniarki wymaga wysokiego ciśnienia soku, np. ok. 2 — 3 *atm.*, a przez spadek ciśnienia np. do 1,0 *atm.*,zostaje uniemożliwione lub znacznie utrudnione. Jak temu zaradzić? Sposobem prostym jest *hamowanie wejścia soku na świeżą błotniarkę,* przez częściowe tylko (na pół—obrotu, na jeden obrót) otwieranie wentyla sokowego; dopiero po pewnym czasie wentyl, stopniowo, otwierać należy coraz bardziej, aż do pełnego biegu. Orientację co do należytego otwarcia wentyla na początku cedzenia wprawny majster może mieć z obserwacji szybkości wypływu soku. Jest to jednak kryterium zawodne; o stopniu otwarcia wentyla dokładniej można sądzić z *obserwacji ciśnienia na głównej komunikacji sokowej:* wentyl należy otwierać w tej tylko mierze, ażeby ciśnienie nie spadło poniżej pewnej normy. Najlepszym rozwiązaniem jest *ustawienie manometrów na każdej błotniarce, za wentylem sokowym,* t. j. między wentylem a ramami. Manometr, tak ustawiony, wskazuje nam w każdym momencie cedzenia ciśnienie, pod którym zachodzi cedzenie w danej błotniarce; przez odpowiednie nastawienie wentyla możemy mieć w różnych okresach cedzenia odpowiednie wiadome ciśnienie, np. na samym początku cedzenia, przez słabe otwarcie wentyla, ciśnienie względnie niskie, w końcu cedzenia—dostatecznie wysokie. W ten sposób poszczególne błotniarki są jak gdyby uniezależnione od siebie i wprowadzenie świeżej błotniarki może nie przeszkadzać pozostałym w normalnej pracy.

P. dyr. Wł. R o s i ń s k i w ciekawej i cennej pracy, ogłoszonej przed niedawnym czasem w „Gazecie Cukrowniczej" [5]), opisuje wypróbowane przez niego w cukrowni „H o r o d e n c e" urządzenie, służące do osłabienia od-

---

[5]) Gaz. Cukr., 78, (1936), 91—102.

działywania świeżo wprowadzanej błotniarki na bieg pracy pozostałych. Błotniarki połączone są z główną komunikacją sokową, oprócz zwykłych przewodów o dostatecznej średnicy, jeszcze przewodem dodatkowym o znacznie mniejszej średnicy, z zaopatrzonemi w dodatkowe zawory rozgałęzieniami do poszczególnych błotniarek. Na przewodzie dodatkowym ustawiony jest wentyl redukcyjny. W chwili przyłączania nowej błotniarki otwiera się, przy zamkniętym zwykłym wentylu sokowym, zawór połączony z dodatkową komunikacją i tak cedzi się, aż do osiągnięcia pewnego ciśnienia, poczem dopiero otwiera się wentyl zwykły (po zamknięciu dodatkowego).

Powracając do zwykłej metody pracy na błotniarkach, zaznaczymy, że uniknięciu większego spadku ciśnienia na błotniarkach, w chwili wprowadzenia świeżej błotniarki, sprzyja też opisana przez nas wyżej systematyczna robota, polegająca na kolejnym wprowadzaniu błotniarek. Wszelki rozstrój tej systematyczności, a szczególniej jednoczesne puszczenie w ruch dwóch błotniarek, zwiększa omawiane zło, t. j. powoduje znaczniejszy spadek ciśnienia i szybkości cedzenia na pozostałych błotniarkach.

Słyszeliśmy, iż w paru cukrowniach wprowadzony jest odmienny, w porównianiu z pozostałymi cukrowniami, system roboty na stacji cedzenia, polegający na *rozdzieleniu wszystkich błotniarek na dwie grupy* i *na kolejnym cedzeniu*, na zmianę, *przez jedną lub drugą grupę*, składającą się z kilku, np. z 4 błotniarek (przy ogólnej ich liczbie 8) tak, iż w każdym czasie sok idzie jednocześnie przez połowę liczby błotniarek, podczas kiedy druga połowa jest przemywana, wyładowana i t. d. System ten wydaje się naogół gorszy, aniżeli wyżej opisany sposób kolejnego wprowadzania poszczególnych błotniarek. Czas cedzenia $\tau_c$, z natury rzeczy, musi się przy tym systemie, równać czasowi niecedzenia $\tau_n$, a więc spółczynnik czynności cedzenia $\eta$ musi wynosić 0,5, podczas kiedy przy zwykłej robocie $\eta$ równa się zwykle 0,7—0,8. Przypominamy, że sprawność błotniarek, przy tej samej przeciętnej szybkości cedzenia, jest proporcjonalna do spółczynnika $\eta$. Szybkość cedzenia przy tym, odmiennym, systemie musi być, z natury rzeczy, stała, odpowiadająca ilości soku, opuszczającego saturację. Tę szybkość osiąga się, oczywiście, z łatwością w pierszym okresie cedzenia, dla utrzymania jej natomiast w drugiej połowie cedzenia trzeba *znacznie podwyższyć ciśnienie*, powyżej przyjętych norm, np. do 4—6 *atm.* zamiast 2—3 *atm.* Ciśnienie powyżej 4 *atm* grozi, dla większości cukrowni, poważnymi komplikacjami. Nie można jednak negować, że sposób taki posiada też ważkie zalety, z których, przede wszystkim, podkreślić należy *prostotę*, dzięki której unika się wielu błędów, popełnianych często na tej mało kontrolowanej stacji. Odpada kłopot, związany ze spadkiem ciśnienia w chwili wprowadzenia świeżej błotniarki. Błotniarki pracują, bez specjalnej kontroli i uwagi personelu, zawsze w ten sam sposób, czego nie można w większości przypadków osiągnąć przy zwykłym sposobie. Do sprawy tego systemu cedzenia powrócimy jeszcze w dalszych częściach pracy.

Praca baterii błotniarek z charakteru swego źle nadaje się do doryw- czej periodycznie wykonywanej kontroli, która okazuje się niedostateczną. To też na tej stacji jak najbardziej wskazana jest różnego rodzaju *kontrola i sygnalizacja ciągła i automatyczna.* Ideałem byłoby zaopatrzenie każdej błotniarki w samopiszący manometr, na którym można byłoby odczytać całą historię każdej błotniarki w czasie zmiany. Przykłady takich wykresów podamy w drugiej części pracy. Nie o wiele mniejsze, praktycznie

biorąc, usługi wyświadczyłyby wykresy, notujące: moment uruchomienia każdej błotniarki, ukończenia dopływu soku i rozpoczęcia przemywania, ukończenia wysładzania i rozpoczęcia wyładowania błota, ukończenia tej ostatniej czynności i złożenia błotniarki. Posiadanie takich wykresów pozwoliłoby niejednokrotnie znacznie zwiększyć sprawność stacji błotniarek i osiągnąć większy przerób cukrowni bez dostawiania nowych błotniarek. Normę: 40 $m^2$ powierzchni na 1 000 *q* przerobu, ustaloną przez jednego z nas przed 10 laty (przed wojną liczono 50 $m^2$), można już dziś uważać za zbyt wysoką i dążyć do ograniczenia się 30 $m^2$, a może nawet i poniżej.

Warto w tym miejscu zauważyć, że zdaniem naszym, *stacja błotniarek*, podobnie jak stacja defekacji i saturacji, których robota, w dzisiejszym stanie rzeczy, zdana jest w dużej mierze na dobrą wolę, uwagę i pilność robotnika,—doczekać się winna w bliskiej przyszłości *częściowej lub całkowitej automatyzacji*, pozostawiającej robotnikowi tylko najprostsze przymusowe czynności i niedopuszczającej popełniania większych błędów, które dziś zawsze jeszcze zbyt często towarzyszą pracy na tych ważnych stacjach.

## III. Doświadczenia fabryczne, wykonane w czasie kampanij 1934/35 i 1935/36 r.

Doświadczenia główne w czasie tych dwóch kampanij wykonaliśmy w trzech cukrowniach, które tu oznaczymy symbolami: M. W., L. i K. Zauważyć warto, że mieliśmy bardzo ograniczony wybór, gdyż dla ścisłości naszych doświadczeń potrzebne było zaopatrzenie poszczególnych błotniarek w manometry, ustawione za wentylem sokowym, pozwalające nam na stwierdzenie w każdym momencie, z jakim ciśnieniem sok wchodzi do badanej błotniarki. Zaledwie kilka cukrowni posiada takie manometry i w tych tylko cukrowniach mogliśmy wykonywać doświadczenia[6]). Wskazania ma-

TABLICA III.

*Charakterystyka stacji błotniarek w cukrowniach M. W., L. i K.*

| Cukrownia | 1<br>Przerób dobowy *q* | 2<br>Liczba błotniarek | 3<br>Rodzaj błotniarek | 4<br>Liczba ram | 5<br>Wymiary ram *mm* | 6<br>Grubość ram *mm* | 7<br>*S* $m^2/1000\ q$ | 8<br>Sposób wysładzania | 9<br>Defekacja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M. W. | 8 330 | 6 | Krooga | 42 | 813×813 | 25 | 40,0 | Zwykły | Mokra ze wstępną |
| L. | 8 180 | 7 | Abrahama | 29 | 810×810 | 30 | 32,6 | Abrahama | Mokra ze wstępną |
| K. | 19 000 | 6 | Krooga | 50 | 910×910 | 28 | 38,9 | Zwykły | Sucha |
| | | 3 | Abrahama | 50 | 900×900 | 30 | | Abrahama | |

[6]) W czasie ostatniej kampanii 1936/37 r. posiadaliśmy własny samopiszący manometr, który umieszczaliśmy na badanej błotniarce. Pozwoliło nam to na prowadzenie doświadczeń w każdej cukrowni, której stacja błotniarkowa, z tego czy innego względu, mogła nas interesować.

nometru na głównym przewodzie sokowym są prawie równe wskazaniom na poszczególnych błotniarkach w tym tylko przypadku, kiedy wentyle na wszystkich cedzących błotniarkach są stale jednakowo otwarte, t. j. otwarte „na całego“. Jeżeli zaś, jak tego wymaga bardziej prawidłowa robota, wentyl na początku cedzenia jest częściowo tylko otwarty, w celu hamowania soku, to ciśnienie na danej błotniarce jest znacznie niższe, niż na głównym przewodzie.

Tablica III podaje *charakterystykę błotniarek* w cukrowniach, w których wykonaliśmy doświadczenia; nie wymaga ona specjalnych wyjaśnień. Zauważymy tylko, że grubość ram we wszystkich trzech fabrykach była mała, 25 — 30 *mm*, to też z wykonanych w tych latach doświadczeń nie możemy wyciągnąć żadnego wniosku co do optymalnej grubości ram. Cukrownia K. stosuje suchą defekację; pozwoli to nam na wyciągnięcie pewnych wniosków co do wpływu tego rodzaju defekacji na szybkość cedzenia.

## 1. Sposób wykonania doświadczeń.

Rozpoczynamy robotę w każdej cukrowni od należytego zapoznania się z pracą stacyj, poprzedzających błotniarki, a szczególnie stacyj defekacji i saturacji. W porozumieniu z personelem technicznym fabryki, staramy się osiągnąć na tych stacjach równą i prawidłowo wykonaną robotę, według umówionego schematu, np. ze wstępną defekacją lub bez niej, z pewną dawką wapna na defekacji, np. 2,0$^0/_0$ lub 2,25$^0/_0$ i t. d.

*Cedzenie.* W okresie ustalonej roboty rozpoczynamy doświadczenie na błotniarce, świeżo po wyładowaniu błota złożonej. Prowadzimy dziennik, w którym, co pewien czas, np. co 1—2 min., notujemy ciśnienie na manometrze danej błotniarki, ewentualnie także na głównym przewodzie. W pewnych momentach, np. co 3 — 5 min., oznaczamy *szybkość cedzenia*, posługując się do tego celu jedną z dwóch następujących metod:

1) albo mierzymy dokładnie (sekundomierzem) czas, potrzebny do napełnienia wymierzonej rynny, t. j. zamykamy spustowy wentyl z rynny, odnotowując jednocześnie poziom soku i uruchomiając „stoper“; po dojściu poziomu soku do pewnej wymierzonej linii zatrzymujemy sekundomierz; obliczamy ilość hektolitrów soku, odcedzonych w przeciągu minuty przez wszystkie ramy błotniarki;

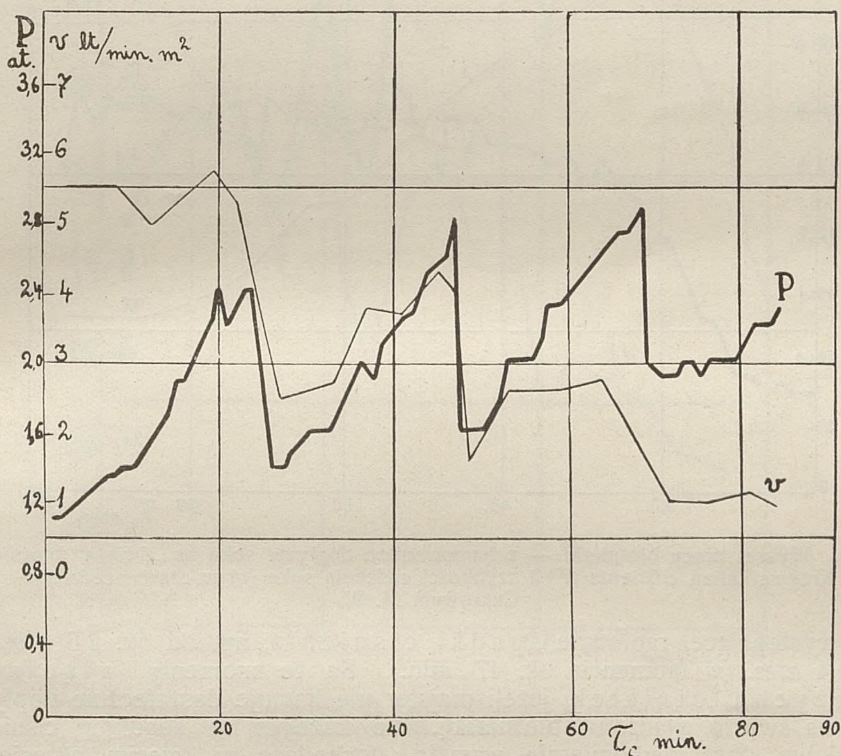
2) albo używamy naczynia o pojemności 12 — 15 *l* (ściśle wymierzonych), które w pewnym momencie podstawiamy pod pewną liczbę wylotów z płyt, np. 2 lub 4, i mierzymy czas napełnienia naczynia; płyty wybieramy w środku błotniarki, gdzie szybkość cedzenia jest zbliżona do przeciętnej ze wszystkich ram; w celu ułatwienia roboty stosujemy specjalny „przyrząd“, który pozwala momentalnie rozpocząć napełnianie naczynia, a po ukończeniu pomiaru odrazu odcina dopływ soku.

W jednym i drugim przypadku notujemy bezpośrednio odpowiednie dane pomiarowe, z których następnie obliczamy dla danego momentu cedzenia szybkość $v$, wyrażoną w $l/m^2$. min.

Odnotowujemy moment ukończenia cedzenia i obliczamy czas cedzenia $\tau_c$. Mierzymy w czasie cedzenia parokrotnie temperaturę soku (która winna wynosić ok. 95$^0$) i *Bx* soku; od tych czynników zależy, jak wiadomo, lepkość cedzonego soku, będąca poważnym czynnikiem szybkości cedzenia.

*Przemywanie błota.* Odnotowujemy początek i koniec przemywania; temperaturę wody i jej rodzaj. Notujemy ciśnienie mano-

metryczne. Oznaczamy, np. co 2 min., szybkość wysładzania, jak wyżej szybkość cedzenia, przeliczając ją następnie na: *l/m.*² min. Mierzymy, np. co 1 min., *Bx* wysłodów specjalnym areometrem, graduowanym na temperaturę 90°. Pobieramy też zwykle próbki wysłodów w kolejnych momentach, np. co 2 min., w których następnie oznaczamy dokładnie: *Bx*, polaryzację i obliczamy czystość. Po ukończeniu wysładzania (ewentualnie po przeparowaniu błotniarki), w czasie jej wyładowania, odbieramy błoto z całych trzech ram, na początku, w środku i w końcu błotniarki, na podłożoną pod ramy serwetę, ważymy to błoto, a dzieląc znalezioną wagę przez trzy i mnożąc przez liczbę ram znajdujemy ciężar błota z całej błotniarki. Dzieląc ten ciężar przez całkowitą pojemność ram $(e \times s \times n)\ l$ znajdujemy *d*, ilość *kg* błota przypadającą na litr pojemności ram, którą nazywać będziemy dalej „pozornym ciężarem właściwym błota". W pobranej przeciętnej próbce błota oznaczamy: substancję suchą (suszeniem w 105°) i zawartość cukru (zwykłą metodą).



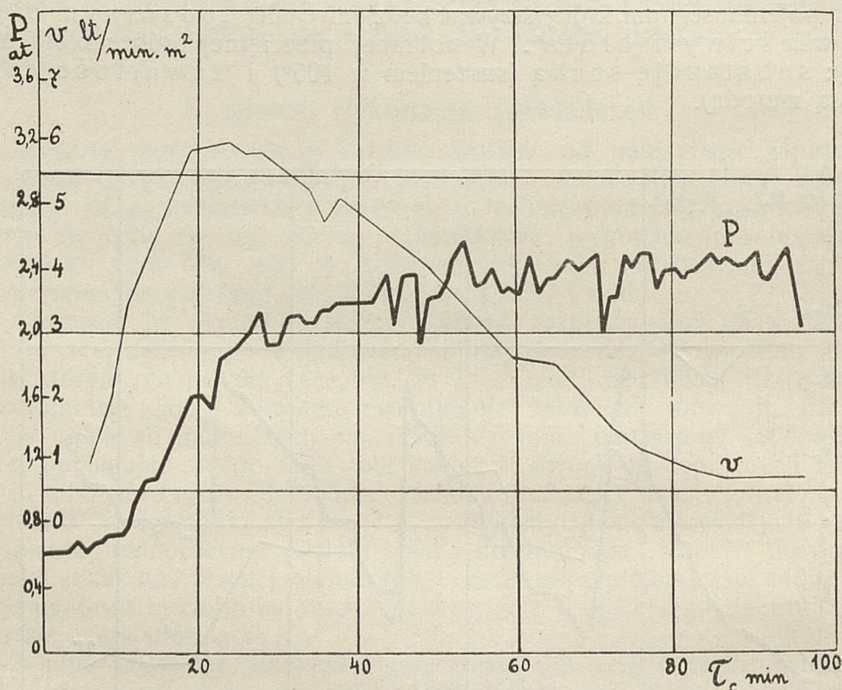

Rys. 5. Wykres pracy błotniarki: Krzywe zmian ciśnienia (*P*) i szybkości cedzenia soku (*v*) w czasie cedzenia. Cukrownia M. W.

Według przeciętnej szybkości wysładzania i czasu wysładzania znajdujemy całkowitą ilość wysłodów, a znając całkowity ciężar błota, obliczamy procent wysłodów na 100 cz. błota.

## 2. Wykresy, ilustrujące przebieg cedzenia.

Wyniki, znalezione w okresie cedzenia, zestawiamy przede wszystkim w postaci wykresów, poglądowo ilustrujących przebieg procesu. Wykresów takich z kampanij 34/35 i 35/36 r. posiadamy ok. 30 sztuk. Podajemy tu kilka z pomiędzy nich, które wydają się nam bardziej charakterystyczne. (Wykresy Rys. 5, 6, 7 i 8). Na osi odciętych odkładamy czas od początku cedzenia, mierzony w minutach; na osi rzędnych: 1) ciśnienie (nadciśnienie) manometryczne *P* soku na błotniarkę, wyrażone w *atm.* (gruba linia) i 2) szybkość cedzenia, $v$ $l/m^2$. min. (cienka linia).

Na Rys. 5 mamy typowy dla wielu cukrowni bieg cedzenia. Krzywa ciśnienia posiada charakterystyczne, co pewien okres czasu (ok. 25

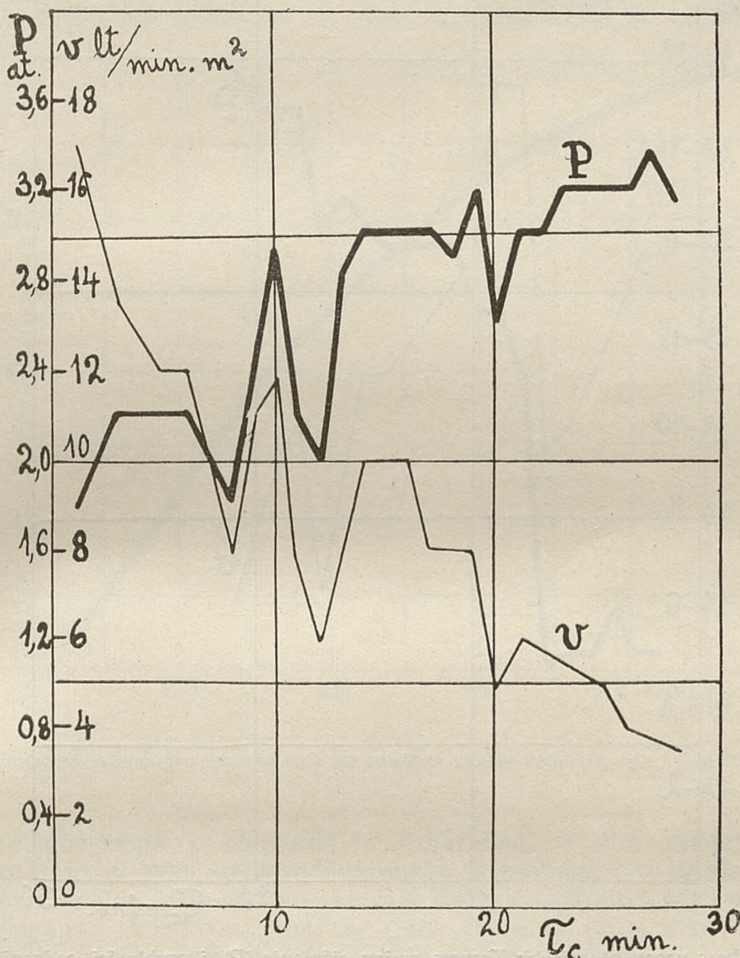



Rys. 6. Wykres pracy błotniarki — z hamowaniem dopływu soku na „świeżą" błotniarkę: Krzywe zmian ciśnienia (*P*) i szybkości cedzenia soku ($v$) w czasie cedzenia. Cukrownia M. W.

min.) występujące, raptowne spadki ciśnienia, np. od ok. 2,6 *atm.* do ok. 1,4 *atm.* (w momencie ok. 47 min.). Są to momenty włączania świeżych błotniarek, jeżeli majster nie hamuje dostatecznie dopływu soku na świeżo włączoną błotniarkę. Po każdym ze spadków ciśnienie stopniowo, dość równomiernie, wzrasta, dochodząc w trzecim okresie do maksimum 2,8 *atm.* Krzywa szybkości cedzenia, posiadająca ogólną tendencję do stopniowego spadku (wzrost grubości warstwy osadu!), wykazuje załamania, odpowiadające momentom raptownego spadku ciśnienia: razem ze znacznym spadkiem ciśnienia występuje spadek szybkości cedzenia.

Rys. 6 podaje przebieg cedzenia w tej samej cukrowni M. W. i przy zastosowaniu tej samej metody wykonania defekacji, ale przy odmien-

nym systemie roboty na błotniarkach, stosowanym, według naszych wskazówek, przez innego majstra. Krzywa ciśnień ma tu prawie prawidłowy bieg, bez większych załamań: przez pierwsze 50 min. wzrasta stopniowo od 0,6 *atm.* do ok. 2,5 *atm.*, poczym do końca cedzenia pozostaje prawie bez zmiany. Jest to wynik roboty z hamowaniem dopływu soku na świeżo włączane błotniarki, przez częściowe tylko otwieranie wentyla. Krzywa szybkości cedzenia ma również prawidło-

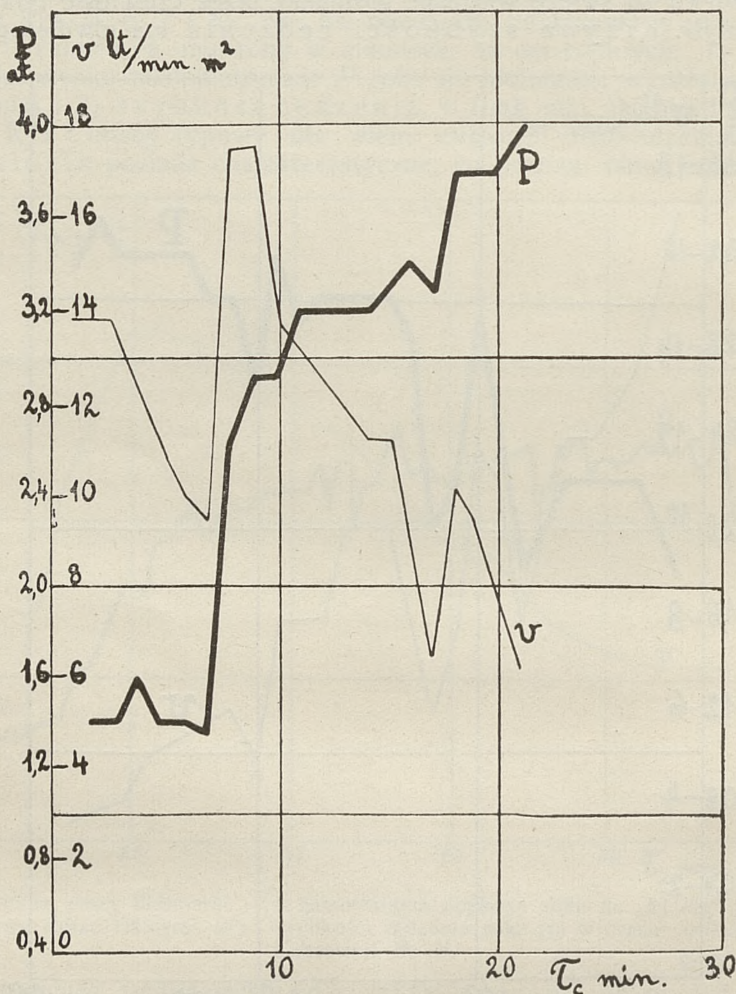



Rys. 7. Wykres pracy błotniarki: Krzywe zmian ciśnienia (*P*) i szybkości cedzenia soku (*v*) w czasie cedzenia. Cukrownia Kl.

wy bieg bez wyraźnych załamań. Szybkość początkowo, do czasu ok. 20 min., stopniowo wzrasta od 1,0 *l* do 6,0 *l*, poczym stopniowo spada według prawidłowej krzywej, zbliżonej do teoretycznej krzywej z wykresu Rys. 3 (cedzenie pod stałym ciśnieniem), i wynosi w końcu cedzenia ok. 0,6 *l*.

W obydwu przypadkach w cukrowni M.W. czas cedzenia wynosi ok. 90 min.

Na Rys. 7 i 8 mamy wykresy pracy błotniarek w cukrowni K. Cukrownię tę, stosującą suchą defekację, cechuje krótki czas cedzenia, wynoszący zaledwie ok. 20 — 30 min., i bardzo znaczna szybkość cedzenia. Na krzywych ciśnienia i szybkości widzimy charaktery-



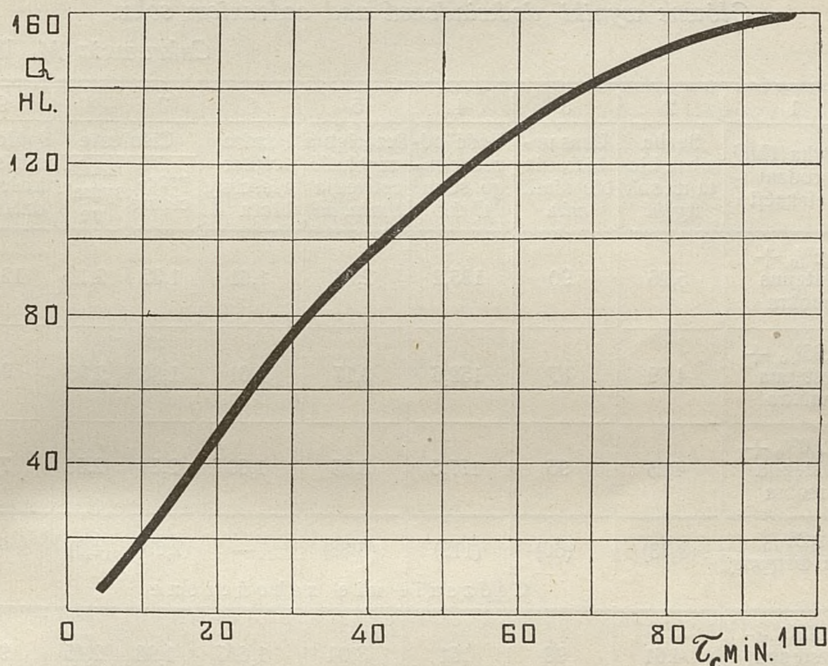

Rys. 8. Wykres pracy błotniarki: Krzywe zmian ciśnienia (*P*) i szybkości cedzenia soku (*v*) w czasie cedzenia. Cukrownia K[II].

styczne załamania, spadki, najwidoczniej w momentach włączania świeżych błotniarek. W następnym rozdziale powrócimy jeszcze do sprawy cedzenia soku w cukrowni K.

Wykres Rys. 9 ilustruje wydajność *Q*, t. j. ilość soku *hl*, odcedzonego po różnym czasie cedzenia. Wydajność obliczono według szybkości, zmierzonych dla różnych okresów cedzenia. Krzywa dotyczy cukrowni M. W.

### 3. Tablice z głównymi wynikami doświadczeń.

*A. Cedzenie soku.* Główne wyniki ważniejszych doświadczeń zestawione są w Tablicach IV i V. W rubryce 1 mamy podane: rodzaj defekacji (mokra, sucha, wstępna) i dawkę wapna *CaO*, liczoną na 100 cz. przerobionych buraków, według danych fabrycznych. Ponieważ dawka ta nie zawsze jest w cukrowniach ściśle dozowana, oznaczaliśmy więc, dodatkowo, ilość *kg* suchej substancji błota, przypadającej na *hl* soku, którą podajemy w rubryce 2. Ilość tę obliczaliśmy ze zważonej ilości




Rys. 9. Ilość odcedzonego soku *Q* (*hl*) po różnym czasie cedzenia $\tau_c$. Cukrownia M. W.

błota, wyładowanego z błotniarki, z oznaczonej w nim zawartości substancji suchej i z ilości soku, odcedzonego w błotniarce w czasie badanego obiegu. Dzieląc ilość substancji suchej błota z hektolitra soku przez dwa, znajdziemy przybliżoną ilość *kg CaO*, użytą na 100 *l* soku saturacyjnego. Taki sposób obliczenia nie może mieć pretensji do dużej ścisłości, dla celów porównawczych jednak i dla kontroli posiada swoją wartość.

W rubryce 3 podajemy czas nabierania błotniarki czyli czas cedzenia $\tau_c$. W rubryce 4 ilość soku *hl*, odcedzonego ogółem w czasie badanego obiegu. Tę ilość soku obliczano z szybkości *v* cedzenia w poszczególnych momentach (szybkości bezpośrednio oznaczonych, jak o tem wyżej mówiliśmy), mnożąc każdą z tych szybkości przez odstęp czasu (min.) między dwoma pomiarami szybkości, t. j. przyjmując szybkość w tym, krótkim, odstępie czasu za wielkość stałą. Sumując kolejno ilości soku, odcedzonego w przeciągu poszczególnych odstępów czasu, znajduje-

my zarówno ilości soku odcedzonego w danym obiegu po różnym czasie cedzenia (dane do krzywej „wydajności“ $Q$, patrz Rys. 9), jako też, ostatecznie, całą ilość soku, odcedzonego w czasie badanego obiegu, którą podajemy w rubryce 4 tablicy. Szybkość przeciętną cedzenia, $v_p$, podaną w rubryce 5 w $l/m^2$. min, obliczono z całkowitej ilości odcedzonego soku, podzielonej przez czas cedzenia (min.) i powierzchnię cedzącą ($m^2$)

TABLICA IV.

*Główne wyniki doświadczeń nad cedzeniem soku.*

*Cukrownia M. W.*

| Nr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dawka $CaO$ i rodzaj defekacji | Sucha subst. błota na sok *kg/hl* | Czas nabierania błotniarki *min.* | Ilość odcedzonego soku *Q hl* | Przeciętna szybkość cedzenia *l/min. m*² | Pozorny ciężar właściwy błota *d* | Ciśnienie przeciętne | maksymalne | Spółczynnik szybkości cedzenia *K* |
| 1 | 2,5% + wstępna mokra | 5,26 | 90 | 135,2 | 2,74 | 1,61 | 1,35 | 2,1 | 12,92 |
| 2 | 2,25% + wstępna mokra | 4,69 | 87 | 152,6 | 3,17 | 1,61 | 1,85 | 2,35 | 9,25 |
| 3 | 2,0% + wstępna mokra | 4,25 | 95 | 177,5 | 3,35 | 1,60 | 2,58 | 2,58 | 7,71 |
| 4 | 2,25% *bez wstępnej* | (3,33) | (60) | (112) | (3,38) | — | (2,69) | (4,0) | — |
| | | Cedzenie nie zakończone | | | | | | | |
| 5 | 2,25% + wstępna Majster A. | 4,61 | 96 | 161 | 3,04 | 1,657 | 1,93 | 2,45 | 9,84 |
| 6 | 2,25% + wstępna Majster B. | 4,79 | 84 | 147,5 | 3,19 | 1,592 | 1,96 | 2,85 | 9,76 |

badanej błotniarki. W rubryce 6 podajemy „pozorny ciężar właściwy błota” $d$, a ściślej mówiąc ilość *kg* błota, przypadającą na 1 *l* pojemności ram. Sposób obliczenia: ogólny ciężar błota z błotniarki (*kg*) podzielić przez ogólną objętość (*l*) ram. Rubryki 7 i 8 podają ciśnienie soku, idącego na daną błotniarkę (pomiar między wentylem sokowym a ramami): przeciętne (7) i maksymalne (8) przy końcu cedzenia. Wreszcie w rubryce 9 podajemy wartość *spółczynnika szybkości cedzenia K.* Przypominamy, że jest to spółczynnik, wchodzący do przyjętego przez nas uproszczonego wzoru na szybkość cedzenia:

$$v = \frac{K \cdot P}{\varepsilon}, \qquad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

w którym $v$ jest szybkością cedzenia w danym momencie, wyrażoną w $l/m^2$ min.; $P$ — ciśnieniem (*atm*), pod którym zachodzi cedzenie w danym momencie; $\varepsilon$ — grubością (*mm*) warstwy osadu (błota), przez którą zachodzi cedzenie w danym momencie. Ze wzoru (11) mamy:

$$K = \frac{v \cdot \varepsilon}{P}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

TABLICA V.

*Główne wyniki doświadczeń nad cedzeniem soku.*

| Nr. Nr. | 1<br>Dawka $CaO$<br>Rodzaj defekacji<br>Rodzaj błotniarek | 2<br>Sucha subst. błota/sok<br>*kg/hl* | 3<br>Czas nabierania błotniarki<br>*min.* | 4<br>Ilość odced. soku<br>*Q hl* | 5<br>Przeciętna szybkość cedzenia<br>$l/min.\ m^2$ | 6<br>Pozorny ciężar właściwy błota<br>*d* | 7<br>Ciśnienie<br>przeciętne | 8<br>Ciśnienie<br>maksymalne | 9<br>Spółczynnik szybkości cedzenia<br>*K* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cukrownia M. W. | | | | | |
| 1 i 7 przeciętnie | 2,5% $CaO$ + wstępna Def. mokra Kroogi | 5,14 | 81 | 134,3 | 3,00 | 1,56 | 1,62 | 2,52 | **12,29** |
| 2, 5 i 6 przeciętnie | 2,25% $CaO$ + wstępna Def. mokra Kroogi | 4,70 | 89 | 153,7 | 3,17 | 1,61 | 1,91 | 2,42 | **9,62** |
| | | | | Cukrownia L. | | | | | |
| 1 i 2 przeciętnie | 1,6% $CaO$ + wstępna Defekacja mokra Abrahamy | 4,25 | 60 | 108,2 | 4,82 | 1,53 | 1,60 | 2,75 | **18,80** |
| 3 i 4 przeciętnie | 1,8% $CaO$ bez wstępnej Defekacja mokra Abrahamy | 3,87 | 76 | 108,4 | 3,76 | 1,47 | 1,75 | 2,70 | **16,43** |
| | | | | Cukrownia K. | | | | | |
| 1, 3 i 5 przeciętnie | 1,8% $CaO$ Defekacja sucha Abrahamy | 4,33 | 27 | 199,4 | 9,33 | 1,35 | 2,22 | 3,23 | **32,61** |
| 2 i 4 przeciętnie | 1,8% $CaO$ Def. sucha Kroogi | 4,19 | 30 | 218,2 | 8,64 | 1,49 | 2,75 | 3,45 | **21,59** |

Spółczynnik *K* jest szybkością cedzenia, odpowiadającą 1 *atm* ciśnienia i 1 *mm* grubości warstwy błota. Dla obliczenia wartości tego spółczynnika *K* w poszczególnych momentach cedzenia należy obliczyć dla każdego momentu grubość ε warstwy błota w ramie. Możemy to zrobić, przyjąwszy założenie, bardzo bliskie rzeczywistości, szczególnie w czasie głównego okresu cedzenia, że błoto odkłada się równomiernie na całej powierzchni cedzącej. Pamiętając, że ilość oddzielonego błota jest proporcjonalna do ilości odcedzonego soku, obliczamy ilość błota w *kg*, przypadającą na *hl* soku, według ogólnej ilości zważonego błota i ogólnej ilości odcedzonego soku. Dzieląc tę ilość błota przez *d* („pozorny ciężar właściwy błota") mamy objętość (*l*) błota, odpowiadającą 1 *hl* soku. Wiedząc, jaka ilość *hl* soku została odcedzona do każdego danego momentu, znajdujemy objętość błota w ramach w danym momencie. Dzieląc tę objętość błota przez ogólną powierzchnię cedzącą (powierzchnię ram pomnożoną przez dwa) znajdujemy wreszcie grubość ε warstwy błota na powierzchni cedzącej w danym momencie, wyrażając ją w *mm*. Podajemy, dla przykładu, Tablicę VI, pomocniczą, odpowiadającą jednemu z naszych doświadczeń, uzmysławiającą system obliczenia: ilości soku *Q*, odcedzonego do danego momentu, grubości warstwy osadu ε i spółczynnika szybkości *K*.

TABLICA VI.

*Obliczenie spółczynnika szybkości cedzenia K.*

| Czas od początku *min.* | Soku *hl/min.* | Długość okresu *min.* | Ilość odcedzonego soku *Q hl* | Błota do danego czasu *kg* | Grubość warstwy błota ε *mm* | Ciśnienie *P atm* | Szybkość *v l/min.m²* | Spółczynnik *K* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | | |
| 3 | 3,56 | 3 | 5,34 | 32,89 | 0,40 | 1,2 | 6,46 | 2,15 |
| 7 | 3,56 | 4 | 19,58 | 120,61 | 1,50 | 1,5 | 6,46 | 6,46 |
| 8 | 3,41 | 1 | 23,06 | 142,05 | 1,76 | 1,7 | 6,18 | 6,40 |
| 14 | 3,27 | 6 | 43,10 | 265,50 | 3,30 | 2,0 | 5,93 | 9,78 |
| 19 | 3,03 | 5 | 58,85 | 362,52 | 4,51 | 2,7 | 5,50 | 9,19 |
| 20 | 1,95 | 1 | 61,34 | 377,85 | 4,70 | 2,2 | 3,54 | 7,56 |
| 27 | 2,04 | 7 | 75,34 | 464,09 | 5,77 | 2,3 | 3,70 | 9,29 |
| 35 | 2,00 | 8 | 92,30 | 568,57 | 7,07 | 2,5 | 3,63 | 10,28 |
| 41 | 1,74 | 6 | 103,52 | 637,68 | 7,93 | 2,7 | 3,16 | 9,29 |
| 52 | 1,57 | 9 | 118,46 | 729,71 | 9,08 | 2,7 | 2,85 | 9,59 |
| 57 | 1,36 | 5 | 125,81 | 774,99 | 9,64 | 2,75 | 2,47 | 8'66 |
| 65 | 1,36 | 8 | 136,69 | 842,01 | 10,47 | 2,8 | 2,47 | 9,25 |
| 73 | 1,02 | 8 | 146,21 | 900,65 | 11,20 | 2,8 | 1,85 | 7,40 |
| 80 | 0,98 | 7 | 153,21 | 943,77 | 11,74 | 2,8 | 1,78 | 7,47 |
| 84 | 0,86 | 4 | 156,89 | 966,44 | 12,00 | 2,9 | 1,56 | 6,47 |
| 86 | 0,85 | 2 | 158,61 | 977,04 | 12,15 | 3,0 | 1,54 | 6,26 |
| 91 | 0,90 | 5 | **163,01** | **1004,6** | 12,50 | 3,1 | 1,63 | 6,57 |

Przeciętnie: *K* = **7,76**

Spółczynnik szybkości w głównym okresie cedzenia, od 10 min. do 80 min. pozostaje, w granicy możliwego błędu doświadczalnego, prawie stały. W początkowym natomiast i końcowym okresie jest wyraźnie mniejszy. W początkowym okresie zaznacza się, zapewne, wpływ dodatkowych oporów (serweta, kanały i t. d.), w końcowym — stopniowe zapełnienie szczelin i kanalików w błocie osadem. Przeciętny spółczynnik $K$ z całego okresu cedzenia wyniósł 7,76. Jeżeli chodzi o wpływ właściwości błota na cedzenie, to bardziej miarodajnym był by przeciętny spółczynnik w okresie głównym, wyniósł on w naszym przykładzie 8,69.

## TABLICA VII.

*Główne wyniki doświadczeń nad wysładzaniem błota.*

| Nr. Nr. | 1<br>Dawka *CaO*<br>Rodzaj defekacji<br>Rodzaj błotniarek | 2<br>Czas wysładzania<br>*min.* | 3<br>Szybkość wysładzania<br>*l/min. m²* | 4<br>% wysłodów na błoto | 5<br>Bx końcowy wysłodów | 6<br>% cukru w błocie | 7<br>*Q* końcowe wysłodów | 8<br>Pozorny ciężar właściwy błota<br>*d* | 9<br>% suchej subst. w błocie | 10<br>Rodzaj błota |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cukrownia M. W. | | | | | | |
| 1 i 7 przeciętnie | 2,5% *CaO* + wstępna Def. mokra Kroogi | 10,2 | 2,42 | 127,7 | 0,75 | 1,0 | 75,8 | 1,56 | 64,4 | B. dobre |
| 2, 4 i 5 przeciętnie | 2,25% *CaO* + wstępna Def. mokra Kroogi | 8,8 | 2,49 | 108,4 | 1,0 | 0,93 | 72,3 | 1,61 | 64,7 | B. dobre |
| | | | | Cukrownia L. | | | | | | |
| 1 i 2 przeciętnie | 1,6% *CaO* + wstępna Def. mokra Abrahamy | 17,5 | 2,0 | 150,7 | 4,9 | 3,55 | 89,5 | 1,53 | 53,6 | B. dobre |
| 3 i 4 przeciętnie | 1,8% *CaO* bez wstępnej Def. mokra Abrahamy | 16,5 | 2,13 | 154,9 | 2,5 | 2,60 | 78,8 | 1,47 | 50,4 | Trochę maziste |
| | | | | Cukrownia K. | | | | | | |
| 1, 3 i 5 przeciętnie | 1,8% *CaO* Def. sucha Abrahamy | 7,3 | 6,36 | 228,6 | 2,43 | 1,53 | 80,0 | 1,35 | 52,2 | B. dobre |
| 2 i 4 przeciętnie | 1,8% *CaO* Def. sucha Kroogi | 17,0 | 1,28 | 94,0 | 3,7 | 1,80 | 77,5 | 1,49 | 52,6 | B. dobre |

*B. Wysładzanie błota.* W tablicy VII mamy zestawione główne wyniki, charakteryzujące przebieg wysładzania w cukrowniach: M.W., K. i L. W kolejnych rubrykach mamy podane: Nr. Nr. doświadczeń, z których wyciągnięte są wyniki; rodzaj błotniarek, rodzaj defekacji i dawkę wapna; czas wysładzania. Dalej: szybkość wysładzania w *l/m*². min.; % wysłodów na błoto, obliczony według opisanej wyżej metody; końcowy Brix wysłodów, % cukru w błocie i czystość ostatnich wysłodów; pozorny ciężar właściwy błota i % substancji suchej w błocie; wreszcie charakterystykę błota.

## 4. Omówienie głównych wyników doświadczeń.

### A. Cedzenie.

Najciekawszym może wynikiem, jaki osiągnęliśmy na podstawie opisanych badań, jest stwierdzenie *znacznej różnicy, występującej w przeciętnej szybkości cedzenia w poszczególnych cukrowniach.* W cukrowni M. W. mamy szybkość ok. 3,0—3,2 *l/m*². *min.* w cukrowni L. — ok. 3,8—4,8 *l*, a w cukrowni K. — ok. 8,6 — 9,3 *l*, a więc trzy razy większą, niż w cukrowni M. W. Szybkość cedzenia zależy, jak wiadomo, od ciśnienia, do którego jest proporcjonalna. W cukrowni K mamy ciśnienie, zarówno przeciętne jak maksymalne, wyższe, niż w cukrowniach L. i M. W.; było to jednym z czynników, zwiększających szybkość cedzenia. Ażeby dokładniej scharakteryzować szybkość cedzenia, uniezależniwszy ją od zmiennych czynników, jak ciśnienie, grubość warstwy błota i t. d., porównamy *spółczynniki szybkości cedzenia K*, zależne głównie od właściwości błota i soku. Spółczynnik ten dla cukrowni K. wynosi przeciętnie ok. 25 (uwzględniając stosunek liczby błotniarek Krooga i Abrahama), dla cukrowni L. — ok. 19 (robota ze wstępną defekacją) i w M. W. ok. 12,5 (ditto); mamy więc stosunek spółczynników *K* w cukrowniach K., L. i M. W. jak 1,0 : 1,5:2,0.

Jakie mogły być *przyczyny* tej znacznej różnicy szybkości cedzenia? Co dotyczy cedzonego soku, to mieliśmy nieznaczne względnie różnice brixów i temperatur; lepkości tych soków były mniej więcej jednakowe i wpływ ich na spółczynnik *K* był prawie jednakowy. Różnic w wartości spółczynnika *K* należy doszukiwać się głównie w właściwościach błota i w systemie roboty. Ilość dodawanego wapna na defekacji była w cukrowniach K. i L. mniejsza (ok. 1,8%), aniżeli w M. W. (ok. 2,25%, a nawet — w doświadczeniach 1 i 7 — 2,5%). Gdyby porównać cukrownie K. i L., stosujące prawie jednakowe dawki wapna, to większą szybkość cedzenia w cukrowni K. możnaby przypisać stosowaniu *suchej defekacji.* W doświadczeniach, wykonanych w C. L. C. w 1933 r.[7]), znaleźliśmy, że sucha defekacja, prawidłowo wykonana, daje większą szybkość cedzenia, aniżeli mokra, nawet ze wstępną. Poparcia takiego wniosku mogliśmy się też dopatrywać w praktyce cukrowni Szamotuły, stosującej suchą defekację. Jednakże w doświadczeniach C. L. C. z 1934 r.[8]) nie znaleźliśmy potwierdzenia wyników 1933 r. wobec czego nie mogliśmy uogólnić wniosku o wyższości defekacji suchej nad mokrą. Wyniki fabryki Ko-

---

[7]) Prof. K. Smoleński. Studia nad różnymi sposobami wykonania defekacji. *Gaz. Cukr.* **73** (1933), 99, 155; Prace C. L. C. 1932—1933, 1.

[8]) Prof. K. Smoleński. Studia nad różnymi sposobami wykonania defekacji. *Gaz. Cukr.* **75** (1934), 157, 195; Prace C. L. C. 1934 r., 39.

ściańskiej z 1935/36 r. znów zdają się świadczyć o korzystnym wpływie suchej defekacji na szybkość cedzenia. Nie od rzeczy będzie opisać w paru słowach urządzenia i sposób wykonania defekacji suchej w tej cukrowni.

Defekatory (średnica ok. 2,5 *m*) zaopatrzone są w bębny dziurkowane, obracane w zewnętrznym naczyniu z dość znaczną szybkością tak, iż mieszanie soku z wapnem, ładowanym do wnętrza bębna, jest dość energiczne. Defekatorów, pracujących periodycznie, jest 5 po 120 *hl* na przerób ok. 20 000 *q*; czas defekacji, nie licząc nabierania i spuszczania soku, wynosi ok. 20 min. Cukrownie L. i M. W. posiadają defekację (mokrą) ciągłą i stosują defekację wstępną zimną w miernikach.

Co dotyczy dość też znacznej różnicy szybkości cedzenia w cukrowniach L. i M. W., stosujących mokrą defekację główną i wstępną, to trudniej jest odnaleźć jej przyczynę. Możemy się tylko domyślać, że jest ona powodowana częściowo przez znacznie silniejsze „dobijanie" błotniarek w cukrowni M. W., co znajduje odbicie w wyższym ciężarze właściwym błota ok. 1,60, w cukrowni L. zaś ok. 1,50, a w K. — nawet 1,35 (Abrahamy). W okresie ostatecznego „dobijania" błotniarki, który w M. W. trwa dłużej niż w L., szybkość cedzenia znacznie spada, przez co obniżona zostaje przeciętna szybkość cedzenia i przeciętny spółczynnik *K*. Przyczyny drugiej możnaby się doszukiwać w tym fakcie, że cukrownia M. W. posiada saturację ciągłą, L. zaś i K. — periodyczną. Pomyłki w końcowej alkaliczności odsaturowanego soku częściej zdarzają się na saturacji ciągłej, aniżeli periodycznej, a przy zwykłej kontroli fabrycznej trudne są do skonstatowania. Zastrzegamy się, że nie uogólniamy tu wypowiedzianej myśli i że wierzymy, że przy saturacji ciągłej można otrzymywać równie dobre błoto, jak przy periodycznej, szczególniej jeżeli kotły saturacji ciągłej zaopatrzone są w automatyczny przyrząd, wskazujący alkaliczność odpływającego soku. Możliwe są, oczywiście, wielorakie inne przyczyny gorszego cedzenia, z których wymienimy, dla przykładu, złą jakość wapna, np. wapno silnie przepalone. Poza tym jest zawsze jeszcze jedna przyczyna, rzadko brana pod uwagę, a często zapewne występująca: nieprawidłowe prowadzenie procesu dyfuzyjnego, np. nadmiernie wysokie grzanie baterii, szczególniej „ogona", zbyt długi czas dyfundowania i t. p.

Z doświadczeń, wykonanych w cukrowni M. W., można też wyciągnąć pewne wnioski co do *wpływu ilości użytego na defekacji wapna na szybkość cedzenia*. W Tablicy IV mamy wyniki trzech doświadczeń, (Nr. 1, 2 i 3), różniących się między sobą tylko ilością dodanego wapna: 2,5% $CaO$, 2,25% i 2,0%; we wszystkich trzech przypadkach stosowano wstępną defekację. Prawidłowość dozowania wapna potwierdza wykonane przez nas oznaczenie ilości suchej substancji błota na *hl* soku (rubryka 2 Tablicy). Ciekawe jest zestawienie podanych w rubryce 4 ilości soku w *hl*, odcedzonego w całkowitym obiegu: ze spadkiem dawki wapna ilość odcedzonego soku wzrasta, mniej więcej odwrotnie proporcjonalnie do dawki wapna. Zgodnie z rozumowaniem i wzorami, przytoczonymi przez nas w II części niniejszej pracy, cedzenie w danym obiegu trwa póty, póki ramy nie zapełnią się błotem, a że przy mniejszej dawce wapna mamy mniej błota w 1 *hl* soku, więc więcej *hl* soku odcedzić można do momentu zapełnienia ram. Co dotyczy przeciętnej szybkości cedzenia $v_p$ (rubr. 5), to ta wzrosła ze zmniejszeniem dawki wapna, skąd możnaby wyciągnąć niesłuszny, jak to zaraz zobaczymy, wniosek, że mniejsza dawka wapna dała lepsze błoto. Rzuciwszy okiem na rubrykę 7 i 8, wskazujące ciśnienie soku, zauważy-

my, że przeciętne ciśnienie soku było znacznie wyższe przy użyciu małej dawki wapna, wynikiem czego było przyśpieszenie cedzenia. Jeżeli obliczymy, według wyżej podanej metody, spółczynniki szybkości cedzenia *K*, dobrze charakteryzujące jakość błota, to znajdziemy (rubryka 9): przy dawce *CaO* równej 2,5% spółczynnik = 12,9, przy 2,25% — 9,25 i przy 2,0% — 7,71, a więc znaczne pogorszenie zdolności cedzącej błota przy użyciu mniejszej dawki wapna. Podobne wyniki, dotyczące ilości odcedzonego soku, przeciętnej szybkości cedzenia i wartości spółczynnika *K*, znajdziemy dla cukrowni M. W. w Tablicy V, podającej przeciętne wyniki z większej liczby doświadczeń. Póki więc mamy do czynienia, w warunkach tej samej cukrowni, dość ściśle z jednakowym sposobem wykonania procesów na dyfuzji, defekacji i saturacji, a doświadczenia różnią się tylko dawką wapna, zdolność cedząca błota, zgodnie z licznymi doświadczeniami laboratoryjnymi, ze zmniejszeniem dawki ulega pogorszeniu. Jeżeli, natomiast, porównywać będziemy wyniki pracy w różnych cukrowniach, w których na oczyszczanie idą soki surowe o różnym składzie i wartości technicznej, a wykonanie defekacji i saturacji może być różne, możemy wykryć brak korelacji między dawką wapna i szybkością cedzenia czy spółczynnikiem *K*. Jak już o tem była wyżej mowa, w doświadczeniach naszych znaleźliśmy znacznie większą szybkość cedzenia w cukrowniach K. i L., używających mniej wapna, aniżeli w M. W., stosującej większą dawkę.

Próbowaliśmy też w doświadczeniach naszych przekonać się, jak wpływa *stosowanie*, w warunkach fabrycznych, *defekacji wstępnej*. W bardzo licznych, w przeciągu kilku lat prowadzonych doświadczeniach C. L. C. w cukrowni doświadczalnej, *zawsze* znajdowaliśmy znaczną poprawę szybkości cedzenia przy zastosowaniu defekacji wstępnej, „zimnej“ (w miernikach) czy „gorącej“ (w defekatorach), oczywiście prawidłowo wykonanej i kontrolowanej, na co w fabrykach nie zawsze, niestety, zwrócona jest należyta uwaga. Zwiedzając w ostatnich latach większą liczbę cukrowni, słyszeliśmy zawsze, zarówno od personelu technicznego jak od majstrów, że wprowadzenie defekacji wstępnej dało bardzo znaczną poprawę roboty na błotniarkach. Chcieliśmy się przekonać, na zasadzie pomiarów, jak odbije się na pracy błotniarek zaniechanie defekacji wstępnej w cukrowni, która ją stale stosuje. Do tego celu najlepiej nadawała się cukrownia M. W., w której defekacja wstępna w miernikach wykonywana była zupełnie prawidłowo. Doświadczenie bez defekacji wstępnej, z dawką 2,25% *CaO*, dało wynik aż nadto przekonywujący: po odcedzeniu ok. $^2/_3$ normalnej ilości soku ciśnienie wzrosło do ok. 4 atm., a szybkość cedzenia pomimo to była niewystarczająca tak, iż nie chcąc sprawiać zatrzymania bardzo w fabryce tej wyciągniętej roboty, musieliśmy przedwcześnie wyładować błotniarkę i zaprzestać dalszych prób bez defekacji wstępnej.

Jako №№ 5 i 6 Tablicy IV podajemy dwa doświadczenia, dotyczące jednakowej dawki *CaO*, ale nieco odmiennego systemu roboty, prowadzonej przez majstra A z silniejszym hamowaniem soku na początku cedzenia, aniżeli przez majstra B. Z tablicy widzimy, że uzyskane przeciętne szybkości cedzenia i spółczynniki *K* były w obydwu przypadkach prawie jednakowe, ale majster A odcedził w jednym obiegu znacznie więcej soku i mocniej dobił błoto, bo do $d = 1{,}66$ zamiast 1,59.

*Czasy cedzenia* $\tau_c$ w cukrowniach K., L. i M. W. były bardzo różne i wynosiły: w K. — ok. 25 — 30 min., w L. — ok. 60 min. i w M. W. — ok. 90 min. Różnice te znajdują wytłumaczenie w różnej jakości błota,

wpływającej na szybkość cedzenia, a także w różnym stopniu dobijania ram. Ponieważ *czasy niecedzenia* wynosiły w cukrowniach tych ok. 25—30 min., więc *spółczynniki czynności cedzenia* $\eta$ wynosiły: w cukrowni K. — ok. 0,5, w L. — ok. 0,7, w M. W. — ok. 0,8. To odwrotne ustosunkowanie się spółczynników $\eta$ względem przeciętnej szybkości cedzenia $v_p$ powoduje, że sprawność stacji błotniarek w tych fabrykach nie różni się tak znacznie, jak by to wypadało z różnic w szybkości cedzenia.

Na zasadzie wykonanych dotychczas doświadczeń możnaby przyjąć, jako średnią, przeciętną szybkość cedzenia soku w I błotniarkach w cukrowniach:

$$v_p = 250\ l/m^2 . godz.$$

## B. Wysładzanie.

Najciekawszym wynikiem z danych, zawartych w Tablicy VII jest, chyba, stwierdzenie, że *najlepsze wysładzanie* osiągnięto w cukrowni M. W. w porównaniu z K. i L. Tę najlepszą sprawność wysładzania w cukrowni M. W. charakteryzuje: mała ilość wysłodów (ok. 115%), a przecież niska zawartość cukru w błocie—ok. 1,0%. W cukrowni L. zaś— ok. 150% wysłodów, a cukru w błocie ok. 3%. Najgorzej spisały się błotniarki Abrahama w cukrowni K: 230% wysłodów, a ok. 2,5% cukru. A przy tym — czas wysładzania w cukrowni M. W. niski, bo około 9—10 min., w cukrowni L. — dłuższy, ok. 17 min. Końcowy Brix otrzymanych wysłodów: w M. W. — 0,8 — 1,0°, w cukrowni L. — ok. 4,5° (dośw. 1 i 2), w cukrowni K. — 2,5—3,5°.

Jakiej przyczynie należy głównie przypisać tak znaczną wyższość wyników wysładzania w cukrowni M. W. w porównaniu z L. i K.? Z posiadanych przez nas materiałów doświadczalnych zdaje się dość pewnie wynikać, że łatwość i dokładność wysładzania w cukrowni M. W. tłumaczy się *wysokim stopniem „dobicia“ błotniarki.* Znajduje on swój wyraz obiektywny w wysokim pozornym ciężarze właściwym *d*, który wynosi w cukrowni M. W.—ok. 1,60, w L.—ok. 1,50, a w K—1,49 (dla Kroogów) i 1,35 (dla Abrahamów). Przy wcześniejszym przerwaniu cedzenia, któremu odpowiada niższy stopień dobicia, błoto nie wypełnia całkowicie ramy, w środku plastra pozostaje warstwa bardziej miękka, a co gorsza przypadkowe (a zawsze w pierwszym okresie cedzenia powstające) w warstwie osadu pęknięcia, rysy, szczeliny, luki, „dziury„ pozostają nie zapełnione błotem; wreszcie — pewne części plastra błota są wogóle bardziej zbite, inne — bardziej luźne, porowate. Przy wysładzaniu takiego niedobitego plastra błota, woda, idąc po linii mniejszego oporu, przechodzi głównie przez luźniej ułożone części plastra oraz przez owe szczeliny i dziury; w tych częściach błoto zostaje wysłodzone aż nadto, a w głównej masie plastra pozostaje niedostatecznie wysłodzone, pomimo użycia znacznej ilości wody. Przedłużając końcowy okres cedzenia i kończąc cedzenie pod wysokim ciśnieniem 2,5—3,5 *atm.* zmuszamy sok wraz z cząsteczkami błota do przechodzenia przez wspomniane szczeliny, dziury czy wogóle luźniejsze kanaliki i do stopniowego zapełnienia ich błotem, tak iż po należytym dobiciu otrzymujemy prawie jednolity, bez szczelin, plaster, przedstawiający we wszystkich swych częściach jednakowy opór przechodzeniu wody. Przy wysładzaniu takiego plastra woda równomiernie przechodzi przez cały jego przekrój, wysładzanie zachodzi równo i szybko. To, cośmy tu po-

wiedzieli o plastrze w poszczególnej ramie, dotyczy także zapewne nierównomierności błota w różnych ramach; przy przedwczesnym przerwaniu cedzenia błoto wypełnia jedne ramy szczelniej, inne luźniej, co powoduje nierówne ich wysładzanie. Dopiero należyte dobicie błota wyrównywuje te różnice.

Wypowiedziane tu myśli, propagowane przez nas już od dawna w wielu cukrowniach, znajdują potwierdzenie w studiach nad wysładzaniem, przeprowadzonych przed paru laty w Czechosłowacji przez Vl. Staněk'a i współpracowników [9]).

Należy więc uważać należyte dobijanie błotniarek za konieczny warunek łatwego i dobrego wysładzania. Niestety, należyte dobicie przedłuża czas cedzenia i zmniejsza przeciętną szybkość cedzenia, gdyż szybkość ta w końcowym okresie, pomimo podwyższenia ciśnienia, znacznie spada. Istnieje więc, ze względu na sprawność błotniarek, pewne optimum dobicia, pewne maksimum ciężaru właściwego błota, którego lepiej jest nie przekraczać, prawdopodobnie ok. $d = 1,55$. W każdym jednak razie lepiej jest nieco przesadzić ze stopniem dobicia ram, niż przedwcześnie przerwać cedzenie. Błoto z ram, należycie dobitych, jest twarde, „suche", z całą łatwością odchodzi od płócien i nie sprawia żadnego kłopotu przy wysładzaniu. Błoto z ram niedobitych jest bardziej miękkie, nieco gorzej odchodzi od płócien i powoduje często mylny wniosek o złej jakości błota samego w sobie. W gorszym przypadku „niedobite", zbyt miękkie błoto przy niedbałym wyładowaniu ram powoduje zamazanie płócien, ujemnie odbijające się na dalszym cedzeniu.

Według propozycji Staněk'a „plombuje" się szczeliny w plastrze niedobitego błota, po wcześniejszym przerwaniu cedzenia, pompowaniem na ramy wody rozrobionej z wysłodzonym błotem, dodanym w ilości około 15—20% na wodę. Dobicie ram, któremu towarzyszy częściowe przemycie błota, następuje wtedy szybciej, aniżeli dobicie ram sokiem, co dodatnio wpływa na sprawność błotniarki. Sposób ten, prawidłowo wykonany, niewątpliwie osiąga cel, t. j. daje dobrze dobite, łatwo wysładzające się błoto, przy skróceniu czasu cedzenia. Wydaje się nam, jednak, że—ze względu na skomplikowanie urządzeń stacji błotniarek i systemu pracy na niej—można obejść się bez tego sposobu, a „plombować" ramy przez zwykłe dobijanie sokiem, które—jak to wykazują nasze doświadczenia—również daje łatwe i szybkie wysładzanie.

Z danych naszych doświadczeń możnaby wyciągnąć wniosek, że *błotniarki Abrahama* dają gorsze wysładzanie, aniżeli Kroogowskie. Znajdowałoby to wytłumaczenie w trudności należytego dobicia ram w błotniarkach Abrahama wobec konieczności pozostawienia wewnątrz plastra niedobitej przestrzeni do wprowadzenia wody wysładzającej. Sam Abraham, wprowadzając swoje błotniarki przed 30—35 laty, jako na wielką ich zaletę wskazywał na łatwość ich wysładzania i możność obejścia się małą ilością wysłodów. Wobec zbyt małej liczby własnych doświadczeń, powstrzymujemy się na razie od wypowiedzenia ostatecznej opinii w tej sprawie, zwracając tylko na nią uwagę techników-cukrowników; wiele cukrowni posiada jeden i drugi typ błotniarek i może mieć w tej sprawie własne doświadczenie.

---

[9]) Vl. Stanek, Über das Aussüssen des Saturationsschlammes. Z. Zuckerind. Cech. Rep. **55** (1930/31), 443.
Vl. Stanek. Erfahrungen mit dem Schlammaussüssen nach der Plombiermethode. Z. Zuckerind. Cech. Rep. **56** (1931/32), 462.

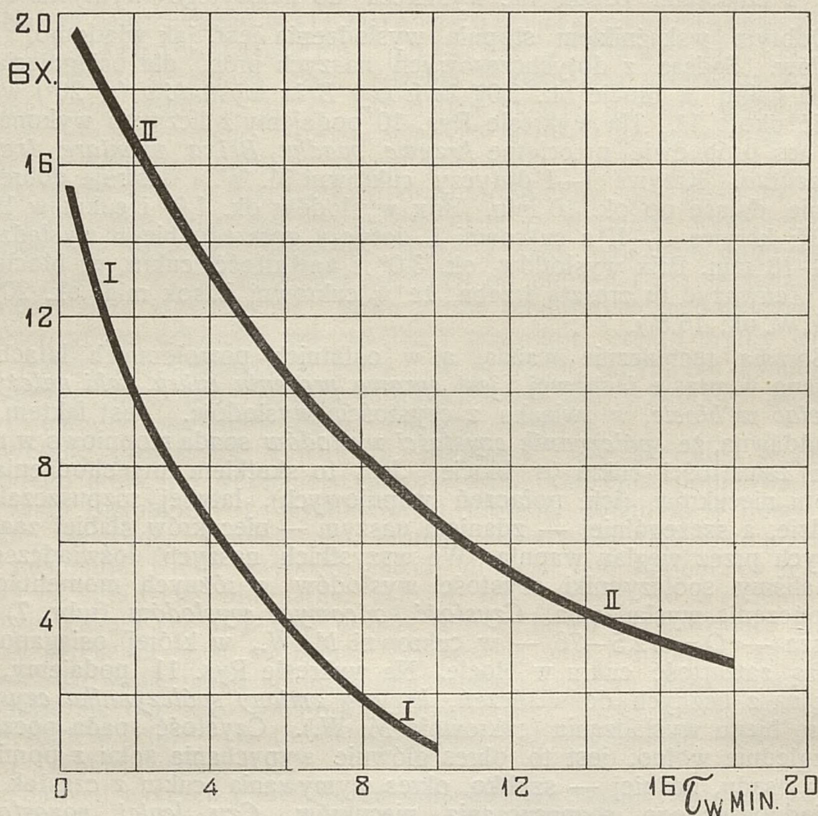
Uważne rozpatrzenie danych tablicy VII pozwala wykryć jeszcze jedną *przyczynę złego wysładzania*. Jest nią *zbyt znaczna szybkość przemywania* t. j. przepuszczanie zbyt znacznej ilości wody na min. i $m^2$ powierzchni cedzącej (rubr. 3). Przypadek taki mamy w cukrowni K. dla błotniarek Abrahama: szybkość wynosi 6,4 $l/m^2$. min, podczas kiedy w cukrowniach L. i M. W. ok. 2,0—2,5 *l*. Tak szybkie przechodzenie wody przez błoto (łatwe do osiągnięcia w błotniarkach Abrahama, gdzie przemywanie zachodzi przez połowę grubości plastra), wskutek krótkiego czasu zetknięcia jej z cząstkami osadu nie wystarcza do należytego wymycia cukru.

Dobrym wskaźnikiem stopnia wysłodzenia jest, jak wiadomo, *Brix* wysłodów. Sądząc z dotychczasowych naszych prób, dla osiągnięcia zawartości cukru w błocie ok. 1,0% *końcowy Brix wysłodów* (w 20°) winien wynosić około 1°. Na wykresie Rys. 10 podajemy z licznych wykonanych przez nas prób dwie przeciętne *krzywe spadku Brixa w miarę trwania wysładzania*. Krzywa I—I dotyczy cukrowni M. W. i ilustruje dobre wysładzanie, dające po ok. 10 min. Brix wysłodów ok. 1,0° i cukru w błocie ok. 1,0%; krzywa II—II z cukrowni L. dotyczy gorszego biegu wysładzania: po 16—18 min. Brix wysłodów ok. 3,0° i zawartość cukru w błocie ok. 3,0%. (Zauważyć tu zresztą trzeba, że w cukrowni L. sok miał ok. 20° *Bx*, a w M. W. ok. 16,5°).

Sprawą technicznie ważną, a w ostatnich powojennych latach nie poruszaną w prasie fachowej, jest *sprawa procentu cukru, jaki należy pozostawiać w błocie*, w związku z czystością wysłodów. Jest faktem znanym oddawna, że *spółczynnik czystości wysłodów* spada stopniowo w miarę spadku zawartości cukru w błocie. Jest to skutkiem przechodzenia do roztworu niecukrów (ich połączeń wapniowych), łatwiej rozpuszczalnych w wodzie, a szczególniej — zdaniem naszym — niecukrów słabiej zaadsorbowanych przez węglan wapnia. We wszystkich naszych doświadczeniach oznaczaliśmy spółczynniki czystości wysłodów w różnych momentach aż do ukończenia wysładzania. *Czystość końcowych wysłodów* (rubr. 7) była najniższa — $Q = 72{,}5$—76 — w cukrowni M. W., w której osiągano najmniejszą zawartość cukru w błocie. Na wykresie Rys. 11 podajemy, jako przeciętną z licznych doświadczeń, *krzywą zmiany spółczynnika czystości* w miarę biegu wysładzania (cukrownia M. W.). Czystość spada początkowo względnie wolno, jest to okres głównie wypychania soku z pomiędzy cząstek osadu, później — szybko, okres wymywania cukru z cząstek osadu i jednoczesnego rozpuszczania niecukrów. *Czy lepiej pozostawiać w błocie niską zawartość cukru ok. 1,0% czy też wyższą ok. 2,0—2,5%*? Lepsze wysłodzenie błota daje, jako zysk, wejście większej ilości cukru na dalszy warsztat; przy 8% błota (2% *CaO* na buraki) oznacza to ok. 0,09% więcej cukru na buraki w przypadku 1,0% cukru w błocie zamiast 2,0—2,5%. Tyle po stronie aktywów. Po stronie pasywów mamy: 1) większą ilość wysłodów, prawdopodobnie ok. 1—2% na buraki (w przypadku dobrego wysładzania); 2) pewne przedłużenie czasu wysładzania, prawdopodobnie o ok. 2 min. (j. w.); 3) pewne obniżenie czystości soku. Na podstawie zasady „umiaru technologicznego", posiadając cenę sprzedażną cukru, melasu, paliwa i t. d., można by się pokusić o wyznaczenie *optimum wysłodzenia*, zapewniającego najniższy koszt produkcji cukru. Praktycznie biorąc, trudno dać ogólną odpowiedź. Wolno sądzić, że te cukrownie, które zostawiają w błocie ok. 2,0% cukru (byle nie wiele więcej) nie popełniają wyraźnego błędu w porównaniu z tymi, które wysładzają

do 1,0%. Jedno zaś można twierdzić z całą pewnością: każda cukrownia obowiązana jest dbać o to, ażeby dostateczne wysładzanie (uczciwie kontrolowane) kosztowało ją jak najtaniej, t. j. ażeby tak prowadzić robotę, żeby wysładzanie wymagało małej ilości wody i trwało krótko.

Na zakończenie rozpatrzenia Tablic IV, V i VII, raz jeszcze zwracamy uwagę na *pozorne ciężary właściwe błot*, świadczące o stopniu dobicia ram. Wysoki ciężar właściwy błota odpowiada łatwiejszemu i lepszemu wysło-

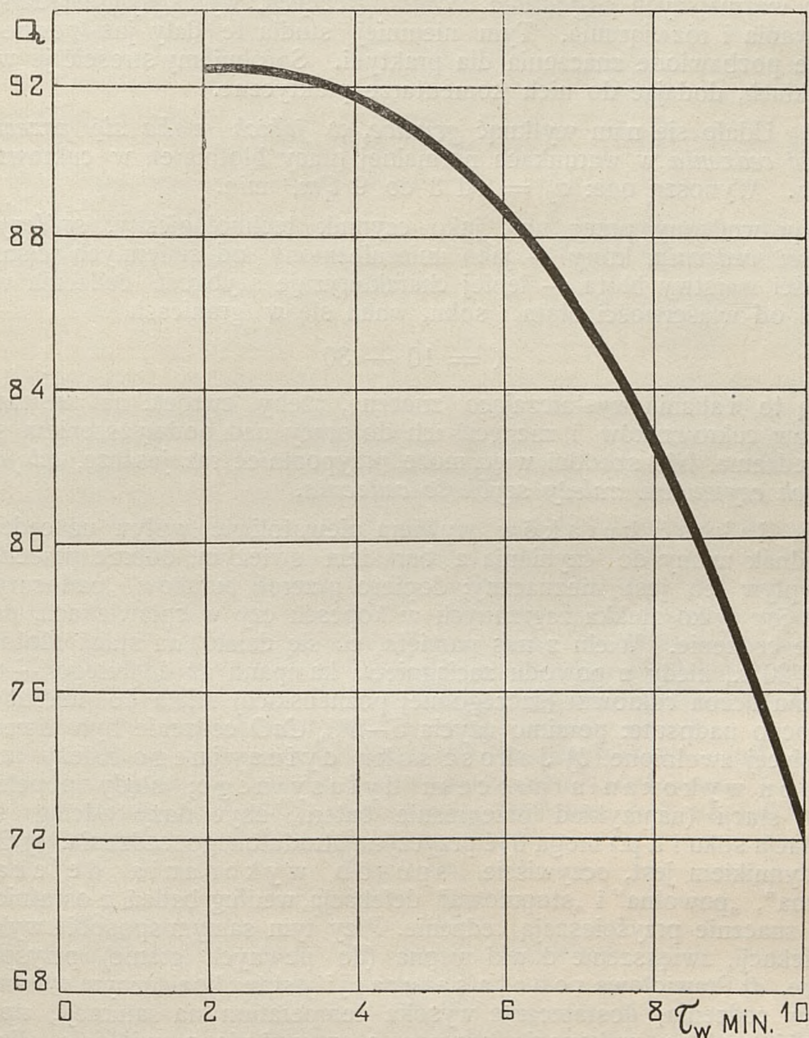



Rys. 10. Wykres procesu wysładzania: Krzywe zmian Brixa wysłodów w czasie wysładzania. I — I — cukrownia M. W.; II — II — cukrownia L.

dzeniu. Równolegle z ciężarem właściwym błota zmienia się zawartość w nim *substancji suchej*, która w cukrowni M. W. (*d* = 1,60) wynosi ok. 65%, a w cukrowniach L. i K. (*d* = ok. 1,50 i niżej) — ok. 50—52%.

Co dotyczy *ciśnienia na błotniarce w czasie przemywania*, to kształtuje się ono różnie w poszczególnych cukrowniach i przypadkach, w zależności głównie od następujących czynników: 1) od końcowego ciśnienia w czasie cedzenia, 2) od rodzaju błotniarek, w Abrahamowskich (cedzenie przez połowę grubości plastra) — ciśnienie jest niższe, w „zwykłych" (przez całą grubość) — wyższe, 3) od szybkości wysładzania, ściślej od szybkości dopływu wody; jeżeli ta szybkość jest niska, to

ciśnienie, oczywiście, jest też niższe; jest to właśnie ten zmienny czynnik, którym majster może regulować bieg wysładzania; 4) od stopnia dobicia ram. W zależności od tych czynników ciśnienie w czasie wysładzania znajdowaliśmy albo niższe od ciśnienia w końcu cedzenia (przypadek częstszy), albo wyższe (przypadek rzadki). Ciekawym faktem,




Rys. 11. Zmiana czystości wysłodów *Q* w czasie wysładzania.

zaobserwowanym przez nas w znacznej większości przypadków, jest stopniowy spadek ciśnienia w czasie wysładzania, np. od 2,5 *atm* na początku do 2,0 *atm* w końcu wysładzania.

Omówiliśmy tu tylko te momenty i czynniki procesu wysładzania, które uwypukliły się w dotychczasowych naszych doświadczeniach. Jest ich, ponadto, wiele innych (temperatura wody, rodzaj wody i t. p.), o których przemilczeliśmy.

### 5. Wnioski z dotychczasowych doświadczeń i uwagi praktyczne w sprawie cedzenia i wysładzania.

Dotychczasowe dwuletnie studia nasze nad cedzeniem w błotniarkach posłużyły głównie do opracowania *metodyki* tego rodzaju badań i do wytknięcia ważniejszych *zagadnień technologicznych*, wymagających dalszego opracowania i rozwiązania. Tym niemniej studia te dały już pewne wyniki, nie pozbawione znaczenia dla praktyki. Spróbujemy streścić je w kilku punktach, dodając do nich komentarze praktyczne.

1) Udało się nam wytknąć *granice, w jakich waha się przeciętna szybkość cedzenia* w warunkach normalnej pracy błotniarek w cukrowniach polskich. Wynoszą one: $v_p$ = od 3 do 9 $l/m.^2$ min.

Wprowadzony przez nas, jako czynnik technologiczny, *spółczynnik szybkości cedzenia*, który — jako uniezależniony od zmiennych ciśnienia i grubości warstwy błota — lepiej charakteryzuje szybkość cedzenia w zależności od właściwości błota i soku, waha się w granicach

$$K = 10 — 30$$

Są to wahania wystarczająco znaczne, ażeby zwrócić na nie uwagę techników cukrowników i zachęcić ich do pracy nad podwyższeniem szybkości cedzenia. Nie szkodzi więc, może, przypomnieć raz jeszcze, *od jakich głównych czynników zależy szybkość cedzenia.*

*a*) Jakość buraków wywiera niewątpliwie wpływ na cedzenie; póki jednak mamy do czynienia z burakiem świeżym, dobrze przechowanym, wpływ ten jest nieznaczny; dopiero przerób buraków „nadpsutych", czy choćby tylko zlekka zagrzanych w kopcach czy w spławiakach, powoduje złe cedzenie. Wielu z nas pamięta, co się działo na stacji błotniarek w 1919/20 r., kiedy z powodu zaciągnięcia kampanii aż do lutego — marca pewna liczba cukrowni (szczególniej poznańskich) miała do przerobu buraki mocno nadpsute: pomimo użycia 5—6% $CaO$ cedzenie było dwukrotnie i więcej zwolnione. *b*) Jakość soku dyfuzyjnego zależy też od sposobu wykonania procesu dyfuzyjnego; błędy popełnione na tej stacji (naprzykład przegrzanie baterii, zbyt duży odciąg soku, fermentacja soku i t. p.) mogą być przyczyną utrudnionego cedzenia. *c*) Głównym czynnikiem jest, oczywiście, sposób wykonania defekacji; „wstępna", „powolna" i „stopniowa" defekacja, według badań z ostatnich lat pięciu, znacznie przyśpieszają cedzenie. Przy tym samym sposobie wykonania defekacji, zwiększenie dawki wapna (do pewnych granic) przyśpiesza cedzenie. *d*) Prawidłowa robota saturacji jest też koniecznym warunkiem dobrego cedzenia; dostatecznie wysoka temperatura na saturacji, np. ok. 80°, dość szybkie wykonanie procesu, a szczególnie prawidłowa alkaliczność końcowa (ok. 0,06 — 0,07), równo utrzymywana, i mocne zagrzanie soku po saturacji (do 95°) — są warunkami dobrego cedzenia. Saturacja ciągła, posiadająca szereg poważnych zalet, wymaga starannego wykonania i ciągłej kontroli alkaliczności końcowej. *e*) Na stacji błotniarek — utrzymanie w czystości ram i płyt: kanaliki, doprowadzające sok do ram i odprowadzające z płyt, rowki w płytach ryflowanych i dziurki w pokrytych sitami, przestrzeń pod sitem i t. d. — wszystkie drogi, którymi idzie sok, muszą być stale czyste; utrzymanie w czystości serwet; prawidłowy system i organizacja roboty — dodatnio wpływają na szybkość cedzenia.

2) Doświadczenia nasze dały nam możność sprawdzenia *podstawowego*, przyjętego przez nas *wzoru na sprawność błotniarek*:

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_c + 3\tau_n}$$

Doświadczalnie znaleźliśmy:

| Cukr.. | M. W. | L. | K. |
|---|---|---|---|
| $k$ . . . | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| $v_p$ . . . | 3,0 | 4,5 | 8,0 |
| $\frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} = \eta$ . . . | 0,75 | 0,7 | 0,5. |

Skąd obliczono

| | | M. W. | L. | K. |
|---|---|---|---|---|
| sprawność błotniarek $M_b$ . . . . . . | | 1,8 $kg/m^2$. min. | 2,4 | 3,6. |
| Ogólna powierzchnia cedząca . . . . | | 333,13 $m^2$ | 266,38 | 739,8. |
| Cukrownia może przerobić na dobę, teoretycznie | | 8 600 $q$ | 9 000 | 36 000 $q$. |
| Faktyczny przerób . . . | ok. | 8 400 $q$ | 8 300 | 20 000 $q$. |

Znajdujemy dla cukrowni M. W. i L. dostateczną zgodność faktycznej sprawności błotniarek z teoretyczną. Cukrownia K przy tak wysokiej szybkości cedzenia, jak w czasie kampanii 1935/36 r., mogłaby przerobić na stacji błotniarek sok ze znacznie większej ilości buraków (ok. 1,8 razy większej), niż wynosił faktyczny przerób. Rzeczywiście, w czasie wykonywania naszych doświadczeń widzieliśmy w ruchu tylko ok. połowy błotniarek. Coprawda, wiemy też na zasadzie naszych prób, że cukrownia K. przedwcześnie przerywa cedzenie, nie dobijając należycie ram, co ujemnie odbija się na wysładzaniu. Ale nawet przy należytym dobijaniu błotniarek cukrownia ta mogłaby zapewne przepuścić przez błotniarki sok z ilości buraków ok. 1,5 raza większej od faktycznego przerobu. Oczywiście, w innych okresach przerobowych, przy innych sokach, cukrownia K. może mieć sprawność błotniarek znacznie zmniejszoną.

Jako wykaz *sprawności błotniarek* $M_b$ przyjęliśmy: ilość *kg* buraków przerobionych na minutę na $m^2$ powierzchni błotniarek. Gdybyśmy sprawność tę wyrazili jako $\sigma$ powierzchnię błotniarek ($m^2$) na 1000 $q$ przerobu dobowego, to mielibyśmy:

$$\sigma = \frac{70}{M_b}$$

a więc: w cukrowni M. W. — $\sigma$ = ok. 39 $m^2/1000\ q$
L. — ok. 30 „
K. — ok. 20 „

Z obliczeń tych widzimy, że przy dobrej organizacji roboty na błotniarkach całkowicie wystarcza posiadanie ok. 40 $m^2$ powierzchni na 1000 $q$ przerobu, nawet przy gorszej nieco jakości błota i starannym dobijaniu błotniarek. Przy lepszym błocie i nieco mniej dokładnym dobiciu wystarczyć może 30 $m^2$ na 1000 $q$.

Wyjątkowo (cukrownia K, sucha defekacja?) obejść się można nawet 20 $m^2$. Nie doradzając nikomu obliczania błotniarek na tak wyjątkowo wysoką sprawność (20 $m^2$ na 1000 $q$), uważamy, iż wszystkie cukrownie winny dążyć do wyciągnięcia *sprawności błotniarek* przynajmniej *na 35 $m^2$ na 1000 q przerobu.*

3) Nie należy, zresztą, przesadzać z szybkością cedzenia, szczególniej na początku obiegu błotniarki, pamiętając, że *nadmiernie wysoka szybkość cedzenia* w tym okresie ujemnie odbija się na *jakości* (klarowności) odcedzonego *soku* i ujemnie wpływa na *stan serwet*, zwiększając ich zużycie. Umiar technologiczny obowiązuje i w tym przypadku. Praktycznie biorąc, większość cukrowni naszych nie dochodzi jeszcze do tej szkodliwej granicy. Można więc im doradzać dalsze staranie o zwiększenie szybkości cedzenia. Oprócz kardynalnego warunku — dobrego błota, zwracamy uwagę na czynniki, które nie we wszystkich cukrowniach są należycie wyzyskane: śmielsze stosowanie wysokich ciśnień do 3—3,5 *atm.* a nawet do 4 *atm.*; dobre grzanie soku do 95—98$^0$, należyty stan płócien.

4) W pewnych cukrowniach niedostateczna sprawność błotniarek wynikać może ze *zbyt długiego czasu niecedzenia* $\tau_n$, sumującego się: z czasu wysładzania, czyszczenia i składania błotniarki. Przy prawidłowej robocie i wprawnej obsłudze czas niecedzenia może być skrócony do 20 min., a w każdym razie nie powinien przekraczać 30 min.

5) Duże znaczenie dla zwiększenia sprawności błotniarek ma *równy, systematyczny bieg błotniarek*, z kolejnym ich wprowadzaniem w równych odstępach czasu i z hamowaniem soku na „świeżą" błotniarkę. Posiadanie kilku typów błotniarek o niejednakowej grubości ram przeszkadza w systematycznej robocie.

6) Ważnym czynnikiem pracy błotniarek jest *należyte dobijanie ram*, sprzyjające łatwemu wyładowaniu błotniarek i dobremu ich wysładzaniu.

7) Na zasadzie dotychczasowych doświadczeń skłonni jesteśmy przypuszczać, iż *Abrahamowskie błotniarki* gorzej nadają się do należytego dobicia ram, a przez to gorzej się wysładzają. Przypuszczenie to winno być sprawdzone w dalszych próbach.

8) Pomocą dla należytego prowadzenia błotniarek może być *ustawienie manometrów* na poszczególnych błotniarkach za wentylem sokowym.

9) Przy dobrym błocie i należytym dobiciu ram wystarcza ok. 120$^0/_0$ wody na błoto do osiągnięcia *należytego wysłodzenia błota* (ok. 1,0$^0/_0$ cukru). Czas wysładzania wynosi wtedy ok. 10—12 min. W gorszym razie przedłuża się do 15—20 min., obniżając sprawność błotniarek. Głównym czynnikiem dobrego wysładzania jest dostateczne dobicie ram. Szybkość przechodzenia wody przez błotniarki nie powinna być zbyt wysoka i winna wynosić np. 2—3 $l/m^2$. min.

---

Oddając do użytku czytelników ten niewielki dotychczasowy plon naszych studiów, zwracamy się do nich z apelem o podzielenie się z ogółem techników-cukrowników posiadaną przez nich z praktyki i doświadczenia wiedzą, dotyczącą tak ważnej, a nieco po macoszemu traktowanej stacji błotniarek. Ze swej strony chętnie służymy wszelkiego rodzaju pomocą i współpracą.

Studia nad cedzeniem w błotniarkach kontynuujemy w następujących kierunkach: wpływ grubości ram na sprawność błotniarek, przyczyny złego cedzenia i wysładzania, rodzaj używanych płócien, ich zużycie i t. d.

Od paru lat zajmujemy się też szczegółową analizą błot z polskich cukrowni, szukając i na tej drodze przyczynków do lepszego zrozumienia procesów oczyszczania i cedzenia soków.

---

## STRESZCZENIE.

Badania nad cedzeniem soku w błotniarkach stanowią dalszy ciąg badań C. L. C. nad oczyszczaniem soków. W pierwszej części pracy omówione są urządzenia stacji błotniarek I saturacji w cukrowniach polskich; dane dotyczące błotniarek zestawione są w Tablicy I i II (1935/36 r.). Powierzchnia cedząca błotniarek I na 1000 *q* dobowego przerobu wynosi przeciętnie 42,3 $m^2$.

Druga część pracy poświęcona jest rozważaniom o sprawności błotniarek. Podany jest ogólny wzór na sprawność błotniarek:

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} = k \cdot v_p \cdot \eta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

$M_b$ — sprawność stacji błotniarek wyrażona jest w *kg* buraków, przerobionych na minutę i przypadających na 1 $m^2$ powierzchni cedzącej błotniarek; $k$ jest to liczba *kg* buraków, odpowiadająca 1 *l* soku saturacyjnego; $v_p$ — przeciętna szybkość cedzenia w $l/m^2 \cdot$min.; $\tau_c$ — czas właściwego cedzenia soku; $\tau_n$ — czas niecedzenia, t. j. czas przemywania, wyładowania i złożenia błotniarki; $\eta$ — spółczynnik czynności cedzenia.

Czas cedzenia $\tau_c$ wyrażony jest wzorem:

$$\tau_c = \frac{e \cdot d}{2 v_p \cdot b}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

gdzie $e$ — grubość ramy błotniarki; $d$ — pozorny ciężar właściwy błota; $b$ — ilość *kg* błota, odpowiadająca 1 *l* odcedzonego soku.

Sprawność błotniarek wzrasta ze wzrostem przeciętnej szybkości cedzenia $v_p$, jednakże wzrost sprawności jest mniejszy od wzrostu szybkości $v_p$.

Zależność sprawności błotniarek od czasu niecedzenia $\tau_n$ podaje wzór:

$$M_b = \frac{k \cdot \alpha \cdot v_p}{\alpha + v_p \cdot \tau_n}; \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

konkretny przypadek tej zależności przedstawiony jest na wykresie Rys. 2; sprawność błotniarek zmniejsza się ze wzrostem $\tau_n$.

Gdyby przy zmniejszeniu dawki $c$ wapna na defekacji szybkość cedzenia $v_p$ pozostawała bez zmiany, to zmniejszenie dawki $c$ wapna dałoby zwiększenie sprawności błotniarek, gdyż:

$$\tau_c = \frac{e \cdot d}{2 v_p \cdot \gamma \cdot c} \text{ i } M_b = k \cdot v_p \left(\frac{\lambda}{\lambda + c \cdot \tau_n}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (7, 9)$$

Jednakże przy tym samym sposobie wykonania defekacji szybkość cedzenia $v_p$ spada ze zmniejszeniem ilości wapna i może wystąpić spadek sprawności błotniarek.

Przez jednego z autorów podany jest wzór teoretyczny na szybkość cedzenia $v$:

$$v = \frac{q \cdot \delta^4}{\mu} \cdot \frac{P_1 - P_2}{\varepsilon} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

$$\text{lub też } v = K \cdot \frac{P}{\varepsilon}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

w którym $P$ oznacza ciśnienie soku wchodzącego do ram, $\varepsilon$ — grubość warstwy osadu (błota), $K$ — *spółczynnik szybkości cedzenia*, uzależniony od fizycznych i mechanicznych własności osadu (błota) i cieczy (soku). Spółczynnik $K$ jest właściwą miarą szybkości cedzenia i charakteryzuje „dobre" czy „złe" cedzenie. Wyprowadzone są wzory dla ilości odcedzonego soku $Q$ i szybkości cedzenia $v$ w określonym momencie cedzenia $t$ przy stałym ciśnieniu $P$:

$$Q = \sqrt{2\beta \cdot t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

$$v = \frac{\beta}{\sqrt{2\beta \cdot t}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Na Rys. 3 podany jest bieg krzywych $Q$ i $v$ w zależności od czasu cedzenia $\tau_c$ dla cedzenia pod stałym ciśnieniem; na Rys. 4 — bieg tych samych krzywych dla cedzenia ze stałą szybkością (ze wzrastającym ciśnieniem). Jednakże zmiany ciśnienia $P$ i szybkości cedzenia $v$, które zachodzą w praktyce, powodują, że bieg krzywych $Q$ i $v$ jest w rzeczywistości pośredni pomiędzy Rys. 3 a 4.

Zależność sprawności błotniarek $M_b$ od grubości ram $e$ wyrażona jest wzorem:

$$M_b = \frac{k \cdot f \cdot \varsigma \cdot e}{\varsigma \cdot e^2 + \tau_n} = \varphi(e) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

$M_b$ posiada maksimum przy pewnej wartości $e$.

Dalej opisany jest sposób organizacji pracy na zwykłej baterii błotniarek, na baterii błotniarek o różnej grubości ram i na baterii o dużej liczbie błotniarek. Podany jest sposób puszczania w bieg świeżej błotniarki z hamowaniem wejścia soku na tę błotniarkę (równomierność pracy reszty błotniarek).

Trzecia część pracy zawiera opis doświadczeń fabrycznych, wykonanych w czasie kampanij 1934/35 i 1935/36 r. w trzech cukrowniach. W Tablicy III zestawione są dane o błotniarkach I tych cukrowni. Rys. 5, 6, 7 i 8 ilustrują przebieg cedzenia (ciśnienie $P$ i szybkość cedzenia $v$ $l/m^2$. min) na kilku zbadanych błotniarkach. Krzywa Rys. 9 przedstawia wydajność $Q$ *hl*, t. j. ilość soku odcedzonego po różnym czasie cedzenia (cukrownia M. W.). Główne wyniki ważniejszych doświadczeń zestawione są w Tablicach IV i V, które zawierają też obliczone wartości *spółczynników szybkości cedzenia* $K$. Podany jest sposób obliczania $K$, uzmysłowiony w Tablicy VI. W Tablicy VII zestawione są dane doświadczalne, dotyczące wysładzania. Wyniki wykonanych doświadczeń podane są dalej szczegółowemu rozpatrzeniu; jednocześnie omówione są czynniki, które wpływają na pracę błotniarek.

Znaczna różnica w przeciętnych szybkościach cedzenia $v_p$ dla poszczególnych cukrowni (od 3,0 do 9,3 $l/m^2$. min.) spowodowana jest różnicą w ciśnieniach, stosowanych w tych cukrowniach, oraz różnicą w spółczynnikach szybkości cedzenia $K$ (od 12,5 do 25). Wartość $K$ zależna jest od własności błota i systemu roboty. Najwyższą wartości $K$ posiada cukrownia, stosująca defekację suchą, najniższą — cukrownia, która mocniej i dłużej „dobija" błotniarki. Raz jeszcze stwierdzono: a) dodatni wpływ defekacji wstępnej na cedzenie soku oraz b) obniżenie wartości spółczynnika $K$ przy zmiejszeniu dawki wapna na defekacji (przy tym samym sposobie roboty).

Przeciętna szybkość cedzenia w błotniarkach 1 wynosi ok. 250 $l/m^2$. godz. Doświadczenia wykazały dalej, że warunkiem dobrego i łatwego wysładzania jest dobre dobicie ram. Pozorny ciężar właściwy błota, świadczący o stopniu dobicia, wahał się dla poszczególnych cukrowni od 1,6 (najlepsze wysładzanie) do 1,35 (gorsze wysładzanie). Na Rys. 10 podane są krzywe spadku Brixa wysłodów (przeciętne z kilku doświadczeń), a na rys. 21 — krzywa zmiany czystości wysłodów w miarę wysładzania.

Na zakończenie wyprowadzone są wnioski z doświadczeń i podane są uwagi praktyczne w sprawie cedzenia i wysładzania.

---

## La filtration des jus dans les filtres-presses.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI, l'Ingénieur M. WERKENTHIN et l'Ingénieur Wł. ŻERO.

*Résumé.*

*Les essais sur la filtration des jus dans les filtres-presses représentent la continuation des essais du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise sur l'épuration des jus sucrés. La première partie du travail s'occupe de la description des filtres-presses de première carbonatation installés dans les sucreries polonaises; les données concernant les postes de filtration sont présentées dans les Tableaux I et II (année 1935/36). Dans les sucreries polonaises la surface filtrante moyenne des filtres-presses de première carbonatation est de 42,3 m² sur 100 tonnes de betteraves travaillées en 24 heures.*

*La deuxième partie du travail représente une étude théorique détaillée du débit des filtres-presses qui est exprimé par la formule générale:*

$$M_b = k \cdot v_p \cdot \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_n} = k \cdot v_p \cdot \eta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

$M_b$ *— le débit du poste des filtres-presses est exprimé en kg de betteraves travaillées pendant 1 minute et rapportées à 1 m² de la surface filtrante des filtres; k est la quantité de betteraves en kg correspondant à 1 l de jus de carbonatation;* $v_p$ *— la vitesse moyenne de filtration en* $l/m^2$*. min;* $\tau_c$ *— la durée de la filtration même du jus;* $\tau_n$ *— le temps pendant lequel le jus n'est pas envoyé au filtre, c'est à dire la durée du lavage, du nettoyage et du rassemblement du filtre;* $\eta$ *— le coefficient du travail de filtration.*

*La durée de filtration* $\tau_c$ *est exprimée par la formule:*

$$\tau_c = \frac{e\,d}{2\,v_p\,b}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

*dans laquelle e signifie l'épaisseur d'un cadre du filtre; d — le poids spécifique apparent des tourteaux; b — la quantité d'écumes en kg correspondant à 1 lt de jus filtré. Le débit des filtres augmente, lorsque la vitesse moyenne de filtration* $v_p$ *s'accroît; mais l'augmentation du débit est moins grande que l'accroissement de la vitesse* $v_p$*. La relation en-*

*tre le débit des filtres-presses et le temps $\tau_n$ pendant lequel le jus n'est pas filtré est donnée par la formule:*

$$M_b = \frac{k\,\alpha\,v_p}{\alpha + v_p \cdot \tau_n} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

*Un exemple réel de cette relation est représenté sur le diagramme de la Fig. 2; le débit des filtres diminue lorsque le temps $\tau_n$ s'accroît.*

*Si la réduction de la quantité c de chaux au chaulage n'influencerait pas la vitesse de filtration $v_p$, alors la réduction de la dose de chaux c résulterait en une augmentation du débit des filtres-presses, parce que:*

$$\tau_c = \frac{ed}{2\,v_p\,\gamma c} \quad et \quad M_b = k \cdot v_p \left(\frac{\lambda}{\lambda + c \cdot \tau_n}\right) \quad . \; . \; . \quad (7, 9)$$

*mais cependant, si le mode de travail et de chaulage est le même, la vitesse de filtration $v_p$ diminue à mesure que la quantité de chaux est réduite et en conséquence une diminution du débit des filtres peut aussi avoir lieu.*

*L'un des auteurs donne la formule théorique suivante pour la vitesse de filtration v:*

$$v = \frac{q \cdot \delta^4}{\mu} \cdot \frac{P_1 - P_2}{\varepsilon} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

*ou bien la formule simplifiée:*

$$v = K \cdot \frac{P}{\varepsilon} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

*dans laquelle P signifie la pression du jus entrant dans les cadres du filtre, ε — l'épaisseur de la couche du précipité (des écumes), K — le coefficient de la vitesse de filtration dont la valeur dépend des propriétés physiques et mécaniques du précipité (des écumes) et du liquide (du jus). Le coefficient K est la propre mesure de la vitesse de filtration et caractérise une filtration „facile“ ou „lente“. Les formules donnant la quantité Q de jus filtré et la vitesse de filtration v à un moment donné t du processus de filtration sous une pression constante P sont:*

$$Q = \sqrt{2\beta \cdot t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

$$v = \frac{\beta}{\sqrt{2\beta \cdot t}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

*Le graphique de la Fig. 3 représente les valeurs de Q et de v en fonction du temps de filtration $\tau_c$ pour le cas, lorsque la pression est constante; la graphique de la Fig. 4—les mêmes valeurs pour le cas, lorsque la vitesse de filtration est constante (et la pression augmente graduellement). Cependant les changements de la pression P et de la vitesse de filtration v qui ont lieu en pratique donnent des courbes Q et v dont le parcour réel est moyen entre celui des Fig. 3 et 4.*

*Les variations du débit des filtres-presses en fonction de l'épaisseur e des cadres sont exprimées par la formule.*

$$M_b = \frac{k \cdot f \cdot \varsigma \cdot e}{\varsigma \cdot e^2 + \tau_n} = \varphi\,(e) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (17)$$

*Le débit $M_b$ possède une valeur maximum à une certaine valeur de e. Suit une description de l'organisation du travail sur une batterie ordinaire de filtres-presses, sur une batterie composée de filtres à cadres de différente épaisseur et sur une batterie composée d'un grand nombre de filtres; ensuite — une description de la mise en marche d'un filtre fraîchement nettoyé, avec modération de l'entrée du jus sur ce filtre (régularité de la marche des autres filtres).*

*La troisième partie du travail contient la description des essais effectués pendant les campagnes de 1934/35 et 1935/36 dans trois sucreries polonaises. Les données sur les filtres-presses de ces sucreries sont présentées dans le Tableau III. Les graphiques des Fig. 5, 6, 7 et 8 illustrent la marche de la filtration (la pression P et la vitesse de filtration v l/m². min.) sur quelques filtres dont le travail a été étudié. La courbe de la Fig. 9 représente la quantité Q hl de jus filtré obtenu après différents temps de filtration (sucrerie M. W.). Les résultats les plus importants des principaux essais sont dressés dans les Tableaux IV et V, qui contiennent aussi les valeurs calculées des coefficients K de la vitesse de filtration. Le mode de calculer les coefficients K est présenté; des exemples de ce calcul sont donnés dans le Tableau VI. Le Tableau VII contient les résultats des essais sur le lavage des filtres-presses. Tous les résultats des essais sont ensuite soumis à un examen détaillé; les facteurs qui influencent le travail des filtres-presses sont analysés en même temps.*

*La différence considérable entre les vitesses moyennes de filtration $v_p$ pour les différentes sucreries (de 3,0 à 9,3 l/m². min.) est causée par la différence entre les pressions appliquées dans ces sucreries et par la différence entre les coefficients K de la vitesse de filtration (de 12,5 à 25,0). La valeur de K dépend des propriétés des écumes et du mode de travail. La valeur maximum de K correspond à la sucrerie qui emploie la chaux sèche au chaulage, la valeur minimum — à la sucrerie qui, au stade final de la filtration, remplit ses filtres plus longtemps et plus fortement. L'influence favorable du préchaulage sur la filtration ainsi que l'influence défavorable de la réduction de la quantité de chaux introduite au chaulage sur le coefficient K (décroissement de K, le procédé de travail restant le même) ont été constatées une fois de plus. La vitesse moyenne de la filtration dans les filtres-presses de première carbonatation est environ 250 l/m². h. Les essais prouvèrent encore que l'une des conditions principales d'un lavage facile des tourteaux est un bon remplissement des cadres avec les écumes. Le poids spécifique apparent des tourteaux, qui rend témoignage du degré de remplissement des cadres, variaít pour les différentes sucreries de 1,6 (le meilleur lavage) à 1,35 (lavage moins facile). Les courbes de la Fig. 10 représentent le décroissement du Brix des eaux de lavage (moyennes de plusieurs essais) et la courbe de la Fig. 11 — le changement du coefficient de pureté de ces eaux au cours du lavage des tourteaux.*

*Nombre de conclusions et de remarques pratiques au sujet de la filtration des jus et du lavage des écumes sont données à la fin du travail.*

Centralne Laboratorium Cukrownicze

Grudzień 1936 r.
Styczeń 1937 r.

III.

Prof. K. SMOLEŃSKI.

# Ocena wartości technicznej węgli aktywowanych.*)

Ze względu na charakter naszego Komitetu, mówić będę — oczywiście — tylko o *metodach oceny* węgli aktywowanych i wyłącznie z punktu widzenia zastosowania tych węgli w przemyśle cukrowniczym. Wysoka kompetencja członków naszego zgromadzenia w sprawach, o których będzie mowa, pozwala mi być zwięzłym i treściwym w traktowaniu przedmiotu, jednakże rodzaj tematu nie pozwala pójść w tym kierunku zbyt daleko.

Zacznę od przypomnienia, że objektywna ocena rzeczywistej wartości różnych gatunków węgli aktywowanych, stosowanych w cukrownictwie, jest rzeczą trudną, żeby nie powiedzieć bardzo trudną. Zarówno same doświadczenia fabryczne, jak sama ocena laboratoryjna, są tu najczęściej niewystarczające. Szczególniej zawodne bywają tu pobieżnie wykonane doświadczenia fabryczne, a i jednostronnie wykonane badanie laboratoryjne często prowadzi do błędnych wniosków. Dopiero połączenie wielostronnej oceny laboratoryjnej z prawidłowo wykonanymi doświadczeniami fabrycznymi (najlepiej na specjalnej aparaturze doświadczalnej) doprowadzić może do prawidłowych wyników.

Przyczyną, powodującą wskazaną trudność, jest zależność efektu, jaki daje węgiel, od licznych czynników, jako to: od sposobu zastosowania węgla (system mieszadłowy, warstwowy, kombinowany), od aparatury, od rodzaju odbarwianego produktu (soki rzadkie lub gęste, klarówki w surowej fabrykacji, ulepy rafinerskie), od warunków odbarwiania: gęstości roztworu, *pH*, temperatury, uprzedniego usunięcia lub nieusunięcia mętów i t. p.

---

*) Referat przedstawiony na IX Zjazd Międzynarodowej Komisji do ujednostajnienia cukrowniczych metod analitycznych, Londyn, Wrzesień 1936 r.
Gaz. Cukr. **79**, (1936), 77.

Oprócz zdolności odbarwiającej, na którą zwykle zostaje wyłącznie skierowana uwaga przy ocenie węgli, są jeszcze inne bardzo ważne dla praktyki ich własności: szybkość działania, szybkość cedzenia przez warstwę węgla, zdolność do regeneracji i t. p.

Referat mój dotyczy, prawie wyłącznie, metod oceny, dostępnych w warunkach laboratoryjnych.

Wartość techniczną węgla charakteryzuje, przede wszystkim i najbardziej, jego *zdolność adsorpcyjna* względem niecukrów, pochłanianych z roztworu: ciał barwnych i innych koloidów, szczególniej powierzchniowo czynnych, lipoidów i t. p. Miarą zdolności adsorpcyjnej jest t. zw. *wielkość adsorpcji*: ilość substancji pochłoniętej przez jednostkę wagową węgla. Bezpośrednie wagowe oznaczenie wielkości adsorpcji, w przypadku użycia węgli do roztworów cukrowniczych, jest rzeczą trudną i zmudną w wykonaniu i aczkolwiek prof. Garino dał nam przykład tego rodzaju badania, trudno jest polecać tę metodę do zwykłej oceny węgla. Z pomiędzy wielu substancyj, pochłanianych przez węgiel, najłatwiej jest oznaczyć *ilość adsorbowanych substancyj barwnych* przez zmierzenie zabarwienia roztworu przed i po działaniu węgla. W gruncie rzeczy oznaczamy w ten sposób tylko ilość *koloryj*, jednostek zabarwienia, wyrażonych w jednostkach Stammer'a czy też inaczej, np. w „fuskach" według propozycji Staněka. W roztworach produktów cukrowniczych mamy do czynienia nie z jakimś jednym ściśle zdefinjowanym ciałem barwnym, lecz z całą ich gamą, od najprostszych słabo zabarwionych aż do wysoce złożonych o niezwykle wysokim zabarwieniu, w rodzaju t. zw. „kwasu fuskazynowego", wyodrębnionego z melasu przez Staněk'a.

Czy *efekt odbarwienia* jest proporcjonalny do ogólnej ilości wagowej pochłoniętych substancyj, szczególniej przy użyciu różnych węgli czy różnych produktów cukrowniczych? Już à priori, łatwo jest odpowiedzieć, że nie, choćby nawet adsorbowane były same tylko substancje barwne. Prof. Garino wykazał doświadczalnie, jak wielka zachodzi pod tym względem różnica przy użyciu różnych węgli. Tym niemniej, ze względu na dostępność wykonania a także ze względu na szczególną wagę, jaką posiada usunięcie barwnych koloidów w przemyśle rafinerskim, jako najważniejszą metodę oznaczenia wartości węgli aktywowanych należy w dalszym ciągu polecać przede wszystkim oznaczanie *efektu odbarwienia.*

Jest jeszcze pewna inna metoda, która pozwala jeżeli nie oznaczyć ilościowo, to przynajmniej względnie ocenić ilość usuniętych z roztworu substancyj należących do grupy ciał bardzo dla cukrownika nieprzyjemnych, t.zw. powierzchniowo-czynnych. Jest to znana *metoda mierzenia napięcia powierzchniowego*. Czy wzrost napięcia powierzchniowego odpowiada wzrostowi adsorpcji ogólnej czy przynajmniej wzrostowi odbarwienia i czy mierzenie napięcia powierzchniowego może charakteryzować wartość węgli? Zdania są podzielone i z ostateczną odpowiedzią trzeba się powstrzymać. W osobistych studiach, które dotyczyły 9 gatunków węgli, znalazłem dość ścisłą równoległość między efektem odbarwienia i wzrostem napięcia.

Jak należy zasadniczo wykonywać *pomiary odbarwienia,* ażeby mieć odpowiedź, charakteryzującą względną wartość adsorpcyjną porównywanych gatunków węgli? Tu trzeba przede wszystkim zaznaczyć, że w dzisiejszym stanie rzeczy możemy dać opinię tylko o *względnej wartości* danego węgla w porównaniu z jakimś innym, który należy uznać pod tym względem za wzorzec, może to być np. karborafina. W większości przypadków zawsze

jeszcze i dzisiaj przy porównaniu dwóch gatunków węgla, oznacza się efekt odbarwienia przy użyciu *jednakowej ilości węgla na pewną objętość roztworu*. Otrzymane wyniki pozwalają ocenić, który z węgli jest lepszy, ale nie mówią nam jeszcze, ile razy jest on lepszy, albowiem zależność między ilością użytego węgla i efektem odbarwienia nie jest prostolinijna, lecz układa się według pewnej krzywej, którą teoretycznie wyraża izotermiczny *wzór Freundlich'a:*

$$a = \alpha \cdot c^n$$

Czy efekty odbarwienia różnych produktów cukrowniczych węglami aktywowanymi słuchają się wzoru Freundlich'a? Z kilku stron (np. przez Dědek'a) dano na to pytanie odpowiedź twierdzącą. W szczegółowych studiach, przeprowadzonych na ten temat, przed kilku laty, znaleźliśmy, iż krzywa zależności efektów odbarwienia od ilości użytego węgla jest, z dostatecznym dla praktyki przybliżeniem, Freundlichowską wykładnikową krzywą; jednakże, przy użyciu nawet tego samego roztworu, wykładnik $n$ waha się w pewnych granicach przy użyciu różnych węgli.

W tym stanie rzeczy nie możemy, na zasadzie jednego pomiaru, z pewną ilością węgla, obliczyć, jaka ilość danego węgla jest potrzebna, ażeby dać pewien inny efekt odbarwienia, np. taki, jaki dał drugi węgiel, użyty w tej samej ilości, co pierwszy. Prawidłową zaś ocenę względnej wartości węgla $w$ daje nam właśnie oznaczenie tej ilości $m_1$ danego węgla, jaka jest potrzebna, ażeby dać ten sam efekt odbarwienia, jaki daje wzorcowy węgiel, użyty w ilości $m_2$. Stosunek

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

daje nam właściwą *miarę wartości porównywanych węgli.*

W praktycznym wykonaniu, należałoby dla każdego z węgli wykonać szereg oznaczeń odbarwiania przy użyciu różnych ilości węgla, wyrysować na jednym wykresie wszystkie krzywe efektów odbarwiania i teraz graficznie (w prosty wiadomy sposób) oznaczyć *ilości poszczególnych węgli, dające ten sam efekt odbarwienia*, np. = 30%.

Jest to zapewne sposób trochę zmudny, ale dający wartościową odpowiedź praktyczną, pozwalającą obrachować koszt osiągnięcia pewnego efektu odbarwiania przy użyciu różnych węgli. W ten sposób znaleźliśmy np. w 1931, iż względna wartość odbarwiająca tamtoczesnych: Noritu Standard, Noritu Superior i Carborafiny stały do siebie w stosunku: 1,0 : 1,2 : 2,5.

*Wykonanie oznaczenia wartości odbarwiającej węgli aktywowanych,* zadanie pozornie bardzo proste, w praktyce natrafia na dużo punktów spornych. Chcąc mieć jednakowo wartościowy wynik, przy ocenie tych samych węgli w dwóch pracowniach, należy dążyć do *znormalizowania metody*, wybranej przy tym w ten sposób, żeby dawała ona ocenę wartości węgli, słuszną z punktu widzenia praktyki cukrowniczej.

Sprawą dużej wagi jest wybór *substratu, poddawanego odbarwianiu.* Z góry bowiem można zgadnąć i doświadczalnie się to potwierdza, że zależnie od substratu ten sam gatunek węgla da inny efekt odbarwienia i że nawet względna wartość dwóch węgli wypadnie różna dla różnych substratów.

Rzeczą bardzo pociągającą byłoby użycie jako substratu pewnej ściśle określonej indywidualnej substancji chemicznej, w czystym stanie. Nadawałyby tu się szczególniej dobrze syntetyczne barwniki. Z tych barw-

ników *błękit metylenowy* często bywa stosowany do badań nad węglami aktywowanymi. Jednakże badania, wykonane przez kilku autorów (np. przez Fr. Kercher'a), a także przez nas osobiście, zgodnie świadczą, że barwnik ten dla węgli, używanych w cukrownictwie, jest zupełnie niemiarodajny.

Bardziej odpowiadającą już naszym celom, jest wysuwana z kilku stron propozycja używania, jako substratu, pewnych *produktów rozkładu sacharozy*, znajdujących się w melasie (jak „kwas fuskazynowy" Stańek'a) lub sztucznie z sacharozy przygotowanych, jak „sacharan" Ehrlich'a lub sól wapniowa „kwasu apoglucynowego" (propozycja Garino).

Najwłaściwszym jednak rozwiązaniem, według naszego zdania, a także i wielu innych chemików cukrowniczych, jest użycie do odbarwiania roztworów tych właśnie *produktów, które w danej fabryce mają być poddawane odbarwianiu*, więc np. soki rzadkie lub gęste, klarówki z mączek niższych rzutów, ulepy rafinerskie i t. p.

Produktem jednak, który dotychczas najczęściej, jako substrat do odbarwiania jest używany, jest *melas*. Wybór ten uważam za niewłaściwy i pragnąłbym przyczynić się do jego wyrugowania. Jest to, zdaniem naszym, substrat zupełnie nienaturalny, albowiem (za rzadkiemi wyjątkami) nikt z nas w fabryce melasu nie odbarwia. Jak o tym, narówni z innymi autorami doświadczalnie mogłem się przekonać, na efekt odbarwiania okazuje znaczny wpływ stosunek ilościowy sacharozy do niecukrów (spółczynnik czystości) i do ilości ciał barwnych. W melasie mamy bardzo wysoki stosunek niecukrów i ciał barwnych do sacharozy, odbarwiamy zaś normalnie produkty, które, odwrotnie, mają wysoki spółczynnik czystości i niskie zabarwienie na 100 cz. sacharozy. Z punktu widzenia ujednostajnienia substratu „melas" również nie przedstawia szczególnych korzyści; nie mówiąc już o tem, jak bardzo różnymi produktami są melasy trzcinowe w porównaniu z buraczanymi, nawet w zakresie melasów wyłącznie buraczanych i w jednym kraju znajdujemy znaczne różnice. W Polsce np. mamy melasy o zabarwieniu od 200° St. do 1000° St., a badania spektrofotometryczne wykazują dość znaczną różnicę także w charakterze ciał barwnych. Ciała barwne melasów są też w ogóle inne, bardziej czerwone, aniżeli soków czy ulepów.

W osobistych badaniach, o ile chodzi o zagadnienia ogólne, stosuję *roztwory klarówek z niższych mączek surowych*, o zabarwieniu ok. 50° St. i spółczynniku czystości ok. 95, niezawierające inwertu.

Ważną rolę odgrywa też *sposób przygotowania roztworu do odbarwiania*, a przede wszystkim usuwanie lub nieusuwanie *mętów*. Oczywiście, mowa tu nie o grubszych zawiesinach, które stanowczo winny być uprzednio z roztworu usuwane, np. cedzeniem przez bibułę, lecz o subtelnych mętach i opalescencji. Osobiście, z roztworów przeznaczonych do odbarwiania zawsze starannie usuwam męty, dodając ok. 1 *gr*. „hyflo" na litr, energicznie przez czas jakiś mieszając i odcedzając na lejku Büchnera pod próżnią. Otrzymane w ten sposób roztwory są idealnie klarowne, znakomicie nadające się do oznaczania „zabarwienia", w ścisłym znaczeniu tego słowa. Z doświadczeń naszych wynika, że hyflo usuwa tylko męty (w ich liczbie zabarwione), nie zatrzymując ciał barwnych, znajdujących się w roztworze. Większość autorów zdaje się podzielać mój pogląd co do pożytku z uprzedniego usuwania mętów.

Tu należałoby się jednak zastrzec, że o ile taki sposób postępowania jest dobry w celu oznaczenia samej zdolności odbarwiającej węgli, to do

całkowitej natomiast charakterystyki węgli należałoby też mieć pojęcie o zdolności danego gatunku węgla do zatrzymywania subtelnych mętów i o wpływie tych mętów na zdolność adsorpcyjną węgli względem ciał barwnych i inn. Metodyka tego rodzaju badań, niestety, nie jest ustalona; wymagałaby ona: 1) ustalenia metody otrzymywania roztworu o „normalnej" mętności, a przy tym z tego rodzaju zawiesin, jakie posiadają produkty cukrownicze; 2) ustalenia metody ilościowego oznaczenia stopnia mętności. W tym ostatnim celu osobiście stosujemy podwójne spektrofometryczne oznaczenie: bezpośredniego roztworu i tegoż roztworu po całkowitym odmęceniu (cedzenie przez grubsze ultrasączki lub po wymieszaniu z hyflo).

Sprawa *stężenia badanego roztworu* nie jest również ujednostajniona i u różnych autorów znajdujemy, np. dla roztworów melasu, bardzo znaczne różnice. Tymczasem, stężenie roztworu ma wyraźny wpływ na efekt odbarwiania; np. według naszych badań, przy użyciu jednakowych ilości węgla na substancję, efekt odbarwienia ze wzrostem stężenia roztworu wzrasta, ale tylko do pewnej granicy stężenia, np. ok. 40 — 45°Bx, po czym znów nieznacznie spada.

Osobiście, jesteśmy zwolennikami stosowania *roztworów o wysokim stężeniu*, licząc się z tym, iż w praktyce, za wyjątkiem odbarwiania soków rzadkich, mamy do czynienia zwykle z roztworami o stężeniu 50°—70° Bx. Toteż w próbach naszych stosujemy zawsze roztwory mączek o stężeniu 50° Bx.

Czynnikiem, silnie wpływającym na wyniki, jest też *pH roztworu*. Zgodnie z innymi autorami znaleźliśmy, iż wysokie *pH*: 1) znacznie podwyższa własne zabarwienie roztworu, np. dla melasu do 40%; 2) wyraźnie obniża efekt odbarwienia. Stosujemy *pH* ok. 8,0 — 8,5.

Nie mówiąc o innych, mniej może ważnych, szczegółach przygotowania roztworu, zwracamy jeszcze uwagę, iż *roztwory* winny być zawsze *świeże*, ażeby uniknąć zmiany ich przez fermentację i t. p. (przechowywać w chłodnym miejscu) i że między momentem przygotowania roztworu i wykonania prób winien być zawsze mniej więcej jednakowy dystans (zmiany układów koloidalnych); osobiście przygotowujemy zawsze roztwory wieczorem i odbarwiamy następnego dnia rano.

Przechodzimy do *wykonania odbarwiania*. Należy używać zawsze tę samą ilość płynu, np. 100 $cm^3$; ilość węgla, o ile nie wykonywamy całej serii pomiarów, najlepiej jest użyć taką, ażeby osiągnąć odbarwienie około 30—50%; zbyt małe lub zbyt wysokie odbarwienia dają mniej pewne wyniki. *Temperaturę* łaźni wodnej (o dużej pojemności) stosujemy, podobnie jak większość autorów, 80°. *Czas* trwania odbarwiania staramy się wybrać taki, jaki jest potrzebny na dojście roztworu z węglem do stanu równowagi adsorpcyjnej. Dla roztworów o 50° *Bx* czas ten, według naszych badań, wynosi, zależnie od rodzaju roztworu i gatunku węgla, od 1—2 godz. i więcej. Ze względów praktycznych stosujemy czas 45 min. lub 1 godziny, albowiem po upływie tego czasu odbarwienie już wynosi powyżej 90% ostatecznego efektu. Podobnie postępuje wielu autorów. Inni, wychodząc zapewne z myśli, iż w praktyce odbarwiany roztwór, szczególniej przy systemie warstwowym, styka się z węglem znacznie krócej, stosują czas krótki, np. 10—15 min.

Pozostaje jeszcze pytanie, czy *roztwór* ma być w czasie odbarwiania *mieszany z węglem* czy też nie. Przy dłuższym odbarwianiu mieszanie jest potrzebne; przy roztworach o 50° *Bx*, w których subtelny węgiel osiada bardzo powoli, wystarczyć może ręczne zamieszanie co 3—5 minut. Prak-

tyczniej jednak będzie wprowadzić mechaniczne mieszanie. Ostrzegamy tylko przed nadto energicznym mieszaniem, które — jak dokładnie się przekonaliśmy—daje zmniejszenie odbarwienia, prawdopodobnie z powodu energicznego zetknięcia roztworu z powietrzem.

Po szybkim ostudzeniu i odcedzeniu roztworu, pozostaje oznaczenie Brix'a (poprawka) i *oznaczenie zabarwienia.* Do tego celu może być użyty kolorymetr Stammer'a, który, pomimo znanych ujemnych cech, jest zawsze jeszcze najczęściej stosowany i przy zachowaniu szeregu warunków (o których tu nie miejsce mówić) daje dostatecznie dokładne wyniki. Jednakże osoby mało wprawne lub nieobdarzone dostateczną czułością oka mogą popełniać poważne błędy. Dla tych można polecać objektywne kolorymetry z fotokomórką, np. przyrząd d-ra Lange'go. Znakomitym, ale do pewnego stopnia luksusowym, przyrządem jest spektrofotometr, tej czy innej konstrukcji, który daje pojęcie nie tylko o ogólnym efekcie odbarwienia, ale także o zmianie charakteru zabarwienia.

Pozostaje jeszcze zastanowić się nad sprawą *wzrostu zabarwienia w czasie ogrzewania* badanego roztworu. Ten wzrost zabarwienia dla roztworów np. mączek żółtych o 50° *Bx*, ogrzewanych bez węgla w 80° w ciągu godziny, wynosi ok. 10%. Trudno z całą pewnością powiedzieć, co się dzieje w roztworze, ogrzewanym z węglem. Z pewnych naszych doświadczeń sądzimy, że i w tym przypadku zachodzi ciemnienie roztworu, maskowane przez adsorpcję ciał barwnych. Na zasadzie naszej praktyki uważamy też, że lepiej jest wprowadzać poprawkę na pociemnienie i zawsze, obok próby odbarwianej węglem, ogrzewamy, w tych samych warunkach, „ślepą“ próbę i efekty odbarwienia obliczamy względem tej ślepej próby.

Do jednoczesnego oznaczania odbarwienia całej serii prób stosujemy aparaturę na 8—12 prób.

*Szybkość odbarwiania.* Oznaczenie odbarwienia opisaną metodą daje pojęcie o efekcie odbarwienia po dojściu roztworu z węglem do równowagi. W praktyce roztwór styka się z węglem najczęściej zbyt krótko i do stanu równowagi nie dochodzi. To też pożyteczną jest rzeczą wykonać także pomiar szybkości odbarwiania. W tym celu oznaczamy efekt odbarwienia, przy użyciu pewnej odpowiedniej dawki węgla, po upływie różnych momentów czasu, np. 5, 10 min. i t. d. i obliczamy szybkość odbarwiania, jako stosunek efektu po upływie danego czasu (np. 10 min.) do efektu ostatecznego, np. po upływie 1 godz. W ten sposób znaleźliśmy np., że podczas kiedy karborafina po 10 min. daje 80% odbarwienia, to Norit Standard tylko 50%.

Oznaczenie efektu odbarwienia i szybkości odbarwienia nie daje jeszcze dostatecznego pojęcia o technicznej wartości danego węgla w praktyce. Dotyczy to szczególniej przypadku *warstwowego sposobu zastosowania węgla,* kiedy przez warstwę węgla w błotniarce lub w cedzidle mechanicznym cedzimy roztwór przez czas dłuższy, aż do pewnego zamierzonego spadku efektu odbarwienia. Ażeby porównać między sobą węgle na taki użytek, należy — naśladując warstwowy sposób — cedzić badany roztwór przez warstwę węgla, czy to w zwykłym lejku Büchner'a, czy to w specjalnie do tego celu poleconym aparacie Linsbauer'a-Vašatko z pewną, zbliżoną do praktyki, a dostatecznie równomierną szybkością aż do momentu, kiedy odcedzony roztwór będzie już niedostatecznie odbarwiony. Po oznaczeniu przeciętnego zabarwienia przesączu należy przeliczyć ilość usunię-

tych koloryj na jednostkę węgla. Według Linsbauer'a należy przeliczyć wynik na *„liczbę odbarwienia“* $L$ według wzoru:

$$L = \frac{100.N}{H.m^2.A},$$

w którym $N$ oznacza liczbę usuniętych ogółem koloryj, $H$ — czas cedzenia, $m^2$ — cedzącą powierzchnię, $A$ — liczbę $kg$ węgla na $m^2$ powierzchni.

W tym miejscu warto może zauważyć, iż z podstawowego wzoru Freundlich'a wynika, a przez doświadczenia zostaje potwierdzone, że przy użyciu na tę samą ilość roztworu różnych ilości węgla (albo odwrotnie, na tę samą ilość węgla różnych ilości roztworu) ze wzrostem ilości węgla wzrasta efekt odbarwienia, ale spada wielkość adsorpcji czyli ilość koloryj pochłoniętych przez jednostkę węgla. Odbarwienie wypada najtaniej, oczywiście, przy największej wielkości adsorpcji, jednakże nie można w tym kierunku przeciągać struny, albowiem w praktyce należy osiągnąć pewien efekt odbarwienia, choćby to kosztowało nieco drożej. Zasada umiaru technologicznego winna tu wyznaczyć prawidłową granicę.

Dla lepszego zrozumienia charakteru danego węgla można doradzać, przy wykonaniu dopiero co opisanej próby, zbieranie poszczególnych kolejnych próbek przesączu po $a$ $cm^3$ i doświadczenie przedłużyć prawie do zaniku odbarwienia (np. do efektu = $5^0/_0$). Na zasadzie tak wykonanych pomiarów można wykreślić krzywą spadku efektu odbarwienia z przedłużeniem cedzenia oraz obliczyć liczbę ostatecznie usuniętych koloryj na jednostkę węgla, a więc liczbę zbliżoną do t. zw. *pojemności węgla* względem danego roztworu.

Węgiel, „nasycony“ względem danego roztworu, posiada jeszcze, jak wiadomo, zdolność do odbarwiania ciemniejszych roztworów, i w praktyce można np. węgiel, „zużyty“ w rafinerii na ulepach rafinadowych, użyć, po przemyciu, w surowej fabrykacji np. na soki gęste lub klarówki. Przy stosowaniu węgla w ten sposób nie szkodzi dla porównania gatunków węgli wypróbować ich wartość i w tym kierunku.

*Szybkość cedzenia.* Przy stosowaniu węgli w praktyce, oprócz dostatecznej, stosownie do ceny, zdolności adsorpcyjnej, dość ważną rolę odgrywa także mniejsza lub większa zdolność różnych węgli do cedzenia przez nie roztworów. Między poszczególnymi węglami występują i pod tym względem dość znaczne różnice; pewne z nich można np. stosować w błotniarkach o dość grubej warstwie cedzącej, np. 30 *mm*, inne tylko w cedzidłach mechanicznych. W celu oznaczenia względnej szybkości cedzenia należy cedzić odpowiedni roztwór, np. $50^0$ Bx'owy roztwór mączki, przez warstwę węgla odpowiedniej grubości o stałej powierzchni w stałej temperaturze i pod stałym ciśnieniem. Można do tego celu użyć albo lejków Büchner'a (z zastosowaniem barostatu) albo specjalnej aparatury. Można przy tym albo stosować dla różnych węgli stałą grubość warstwy (w wilgotnym stanie) albo stałą ilość węgla na jednostkę powierzchni. Ze względów praktycznych można polecać ten drugi sposób. Różna szybkość cedzenia zależy głównie od stopnia sproszkowania, ale w dość znacznym stopniu także od fizycznej budowy cząstek, ich kształtu i t. d. Roztwór do cedzenia można uprzednio albo całkowicie pozbawić mętów (ziemia okrzemkowa) albo oddzielić tylko grubsze zawiesiny.

Ważną w praktyce cechą węgli jest też *zdolność* ich *do regeneracji.* Metodyka oznaczenia tej zdolności nie jest ustalona. Nie byłoby jednak

rzeczą trudną znormalizować metodę przynajmniej chemicznego oczyszczania, kwasem i ługiem.

Węgle aktywowane, przydatne do zastosowania w cukrownictwie, winny też posiadać odpowiednie pewne *cechy chemiczne*. Nie mówiąc o zawartości *wilgoci*, jako o zwykłem oznaczeniu analitycznym (suszyć w 120—130°), należy oznaczać w węglach, szczególniej stosowanych do produktów rafinerskich zawartość *popiołu*, ogólnego i co ważniejsza, *rozpuszczalnego w wodzie*. To ostatnie oznaczenie może być wykonane dwojako: albo przez ekstrahowanie gorącą wodą uprzednio przygotowanego popiołu ogólnego, albo przez ekstrahowanie wodą samego węgla, np. gotując 10 *gr* węgla dwie godziny z 500 $cm^3$ wody i t. d. Ten ostatni sposób uważamy za dający odpowiedź bliższą do warunków praktyki. Za najlepszy zaś sposób przekonania się, czy dany węgiel nie będzie zwiększał zawartości popiołu w odbarwianych produktach, uważamy oznaczanie (konduktometryczne) popiołu w produktach tych (np. 50° Brixowych roztworach mączek) przed i po traktowaniu różnymi ilościami węgla. Postępując w ten sposób przekonaliśmy się, że pewne węgle („chemicznie" przygotowane, np. Carborafina) zmniejszają ilość popiołu, nawet jeżeli zawierają większą ilość popiołu rozpuszczalnego. Należy to przypisać ich znacznej zdolności do zatrzymywania kationów (zasad). Inne, przygotowane „fizycznie", jak Nority, zwiększają zawartość popiołu.

Dość ważną cechą węgli aktywowanych jest także ich zdolność do *zmiany pH odbarwianego roztworu;* zakwaszanie roztworu należy uważać za wadę. Oznacza się zwykle *pH* wodnych wyciągów (np. 1 *gr* węgla w 100 $cm^3$ przez 1 godz. w 80°). Wśród 9 zbadanych przez nas węgli znaleźliśmy *pH* od 5,5 do 9,5. Lepiej jest oznaczyć bezpośrednio zmianę *pH* roztworu odbarwianego produktu. Postępując w ten sposób, znaleźliśmy, że węgle „chemicznie" przygotowane, jak Carborafina, obniżają *pH,* nawet jeżeli same przez się są obojętne. Tłumaczymy ten fakt zaznaczoną już wyżej zdolnością tych węgli do adsorbowania zasad.

W związku ze zdolnością adsorpcyjną węgli, a szczególniej z szybkością adsorpcji, stoją też pewne *cechy fizyczne* węgli, dające pojęcie o wielkości ich cząstek i o ich porowatości. Należy tu oznaczanie *rzeczywistego i pozornego ich ciężaru właściwego*, ściślej, wagi jednostki objętości proszku węglowego. Do tego ostatniego celu stosowaliśmy kilka metod: 1) ważenie pewnej objętości węgli, normalizując naczynie (ok. 50 $cm^3$) i sposób nasypywania; 2) mierzenie objętości znormalizowanej odważki (1 *gr* węgla na 1 $cm^2$ dna naczynia) węgla po energicznym skłóceniu i staniu w przeciągu 24 godz. — sposób Ż e r t'a; 3) mierzenie grubości warstwy pewnej odważki węgla, zarobionej z wodą i odcedzonej na lejku Büchner'a o stałej powierzchni. Najregularniejsze wyniki zdaje się dawać metoda Ż e r t'a.

Łatwym w wykonaniu, a dającym, według naszych doświadczeń, dobrą charakterystykę węgla, jest oznaczanie *szybkości sedymentacji* węgla w wodzie. Do oznaczenia mogą być użyte albo zwykłe, wysokie a względnie wąskie cylindry szklane, znormalizowane, (np. $d = 30$ *mm*, $h = 310$ *mm;* 7,5 *gr* węgla w 300 $cm^3$ wody), albo specjalne przyrządy (np. prof. W i e g n e r'a). Mając krzywe sedymentacji badanych węgli w czasie, możemy graficznie oznaczyć czasy, potrzebne, ażeby osiągnąć pewną wysokość sedymentacji, np. 120 *mm,* odwrotności dadzą szybkości sedymentacji, zależne w dużej mierze od wymiaru cząstek (Wzór S t o k e s'a).

Węgle o niskim pozornym ciężarze właściwym, a także o małej szybkości sedymentacji są zwykle lepsze, jednakże bywają i wyjątki.

---

Przepraszając kolegów za zbyt długi i nudny wykład, w którym nic im, prawdopodobnie, nowego powiedzieć nie zdołałem, kończę.

Dalszy los omawianego tematu przedstawiam sobie następująco: jeżeli koledzy uznają, że temat ten zasługuje na dalsze opracowanie, to stoczymy zaraz dyskusję, która zajmie się prawdopodobnie głównie sprawą oznaczania zdolności adsorpcyjnej; wytkniemy też zapewne punkty, które wymagają dalszego studiowania; wybierzemy wreszcie specjalną komisję, której zadaniem będzie opracowanie i przedstawienie do zatwierdzenia następnemu Zjazdowi „*Norm do oceny węgli aktywowanych, stosowanych w cukrownictwie*".

---

## Evaluation des qualités industrielles des charbons activés.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI.

*Résumé.*

*1. L'essai le plus important consiste dans la détermination du pouvoir décolorant du charbon en comparaison du pouvoir décolorant d'un charbon standard (Carboraffin ou Norite); on obtient ainsi une valeur relative pour le pouvoir décolorant. Il s'agit de déterminer les quantités de charbon nécessaires pour donner un effet homogène de décoloration.*

*L'essai du pouvoir décolorant pourrait être standardisé selon les particularités suivantes:*

*a) La nature du produit sucré ou autre substance employée pour l'essai serait prescrite de manière déterminée. Le bleu de méthylène ne convient pas et les mélasses sont d'utilité douteuse. La matière la mieux appropriée est un sucre brut ou un sucre roux d'environ 50° Stammer et d'environ 95° de pureté, ou une solution de saccharose contenant une certaine quantité de sucre décomposé (le sel de calcium de l'acide apoglucique de Garino) telle qu'elle produise une couleur d'environ 50° Stammer.*

*b) Avant l'essai, on éliminera la partie trouble de la solution d'essai (par exemple par filtration avec l'„Hyflo-Supercel").*

*c) La concentration de la solution d'essai doit être de 50° Brix.*

*d) Le pH de la solution d'essai devrait être toujours le même (par exemple 8 ou 8,5).*

*e) La température à laquelle on exécuterait l'essai serait de 80° C.*

*f) La durée de l'essai (c'est-à-dire la période de contact du charbon et de la solution d'essai) serait d'une heure.*

*g) Pendant l'essai, la solution devrait être agitée une fois toutes les 3 ou 5 minutes.*

*h) On devrait faire simultanément un essai à blanc avec la solution d'essai seule.*

*2. On recommande de faire la détermination du taux relatif de décoloration et du coefficient de décoloration (par exemple selon Linsbauer) ou du pouvoir total décolorant du charbon.*

*3. On devrait déterminer le taux relatif de filtration de la solution décolorée à travers le charbon soumis à l'essai; la filtration se fait au mieux à travers une couche de charbon, en employant des quantités de charbon égales par unité de surface filtrante.*

*4. Il est désirable d'imaginer une méthode pour déterminer les qualités de régénération des charbons, même si la régénération est limitée au traitement par un acide et un alcali.*

*5. On devrait faire également les essais suivants:*

*a) Proportion d'humidité.*

*b) Teneur en cendres et spécialement en cendres solubles dans l'eau, par exemple, par extraction aqueuse du charbon par l'eau ou par détermination du changement de conductibilité de la solution décolorée.*

*c) L'effet produit par le charbon sur le pH de la solution, soit en déterminant la valeur du pH d'un extrait aqueux du charbon, soit en faisant une détermination directe du changement de la valeur du pH dans les conditions de décoloration.*

*6. Pour les qualités physiques, on recommande la détermination du poids spécifique apparent de la poudre de charbon (par la méthode de Zert) et du taux de sédimentation (par exemple, la méthode standardisée du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise).*

*Il est très désirable que soit désigné un Comité spécial, dans le but d'élaborer à la prochaine session de la Commission, des méthodes standardisées pour l'évaluation des charbons activés employés dans l'industrie du sucre.*

Rozewie nad Polskim Morzem. Sierpień 1936 r.

---

IV.

Prof. K. SMOLEŃSKI i inż. T. PIETRZYKOWSKI.

# Konduktometryczne oznaczanie popiołu w sokach surowych.*)

KOMUNIKAT II

W ogłoszonej dawniej drukiem pracy naszej[1]) podaliśmy wyniki pomiarów, wykonanych w latach 1930—1934, a głównie w 1933/34 r. Po zbadaniu wpływu stężenia użytego do pomiaru roztworu soku na jego przewodnictwo elektryczne, oznaczyliśmy dla licznych prób buraków jednocześnie: 1) zawartość popiołu (metodą spopielania) na 100 subst. such. i 2) przewodnictwo właściwe $\lambda$ — soków (wyrażone w odwrotnościach omów), stosując zawsze do pomiaru roztwór soku o tym samym stężeniu $C = 2{,}5$ *g* subst. such. w 100 $cm^3$. Na zasadzie tych danych obliczaliśmy stosunek $\gamma$: przewodnictwa właściwego $\lambda \cdot 10^6$ do popiołu.

Dla soków dygestyjnych, otrzymanych z buraków cukrowych, znaleźliśmy: $\lambda \cdot 10^6 = 337 - 465$, pop. $= 1{,}3 - 1{,}7\%$ i przeciętną wartość spółczynnika $\gamma = 265$, skąd wyprowadziliśmy wzór:

$$\text{pop.} = 3800 \cdot \lambda \quad \text{. . . . . . . . .} \quad (1)$$

Dla buraków półcukrowych znaleźliśmy: $\lambda \cdot 10^6 = 1200 - 1500$, $\gamma =$ przeciętnie 355, pop. $= 3{,}5 - 4{,}2\%$. Dla fabrycznych soków dyfuzyjnych $\gamma =$ ok. 300.

Praca niniejsza jest dalszym ciągiem i uzupełnieniem dawniejszych badań. Celem jej było głównie oznaczenie spółczynnika $\gamma = \frac{\lambda \cdot 10^6}{\text{pop.}}$, oparte na dalszym materjale buraczanym, pochodzącym z innego okresu wege-

*) Gaz. Cukr. **79,** (1936), 75.

[1]) Gaz. Cukr., **75**, (1934), 263; Prace C. L. C. w roku 1934, str. 20; Publications de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave. **3-me année**, Nr. 5, 1935, p. 295; Sucrerie Belge **54**, 1935, p. 321, 344.

tacyjnego (34/35 r.), a obejmującym liczne odmiany buraków cukrowych, otrzymanych z różnych źródeł, oraz buraków półcukrowych i pastewnych.

Badano zależność spółczynnika $\gamma$: 1) od stężenia suchej substancji w soku użytym do pomiaru, 2) od rodzaju soku: wyciśniętego lub dygestyjnego, 3) od sposobu wykonania dygestii: zimna lub gorąca dygestia, grubsza lub subtelna miazga, 4) od gatunku buraka: buraki cukrowe i pastewne, (różna zawartość cukru i różny spółczynnik czystości soku).

## 1. Rodzaje buraków badanych w 1934/35 r.

Doświadczenia, wykonane w 1934/35 r. objęły przede wszystkim *buraki cukrowe* różnego pochodzenia, a mianowicie: 1) 8 prób buraków, przerabianych przez cukrownie, położone w różnych dzielnicach Polski; zawartość cukru wahała się od 14,4% do 19,5%, mieliśmy więc w tych próbach materjał bardzo różnorodny, obejmujący szeroką skalę, od najgorszych do najlepszych buraków, przerabianych w 1934/35 r.; 2) 6 prób buraków, nadesłanych, dzięki uprzejmości p. inż. St. Rosnowskiego, przez Instytut Rolniczy w Puławach; były to buraki różnych odmian, hodowanych w 1934/35 r. na polach doświadczalnych w Pożogu; zawartość cukru wahała się od 14,9% do 17,8%; 3) 4 próby buraków, nadesłanych przez firmę hodowli nasion „Buszczyński i Synowie" w Więcławicach; 16,4%—19,2% cukru.

Zbadaliśmy też pewną liczbę prób *buraków pastewnych i półcukrowych*: 5 gatunków z Instytutu Rolniczego w Puławach i 3 gatunki od firmy Buszczyńskiego.

Zauważyć tu trzeba, że 1934/35 rok wegetacyjny dał w ogóle buraki o niższej cukrowości, aniżeli poprzedni 1933/34 r., a w związku z tym, zapewne, też o innej w ogóle jakości; byliśmy z tego zadowoleni, gdyż rozszerzało to raz jeszcze zakres różnorodności badanego przez nas materjału.

## 2. Wpływ stężenia substancji suchej na przewodnictwo soku.

W poprzedniej części pracy zbadaliśmy wpływ stężenia $c$ substancji suchej roztworu soku, użytego do pomiaru, na przewodnictwo i przekonaliśmy się, że zależność przewodnictwa $\lambda$ od stężenia $c$, nie jest prostolinijna: w miarę wzrostu stężenia $c$, np. od $c = 1{,}0$ $g/100$ $cm^3$ aż do $c = 15$ $g/100$ $cm^3$, przewodnictwo wzrasta coraz to słabiej, tak iż stosunek przewodnictwa, przeliczonego na substancję suchą, do popiołu (na 100 $Bx$) jest coraz to mniejszy; dla $c = 5{,}0$ $g/100$ $cm^3$ stosunek ten wynosi 0,75 stosunku dla $c = 1{,}0$ $g/100$ $cm^3$.

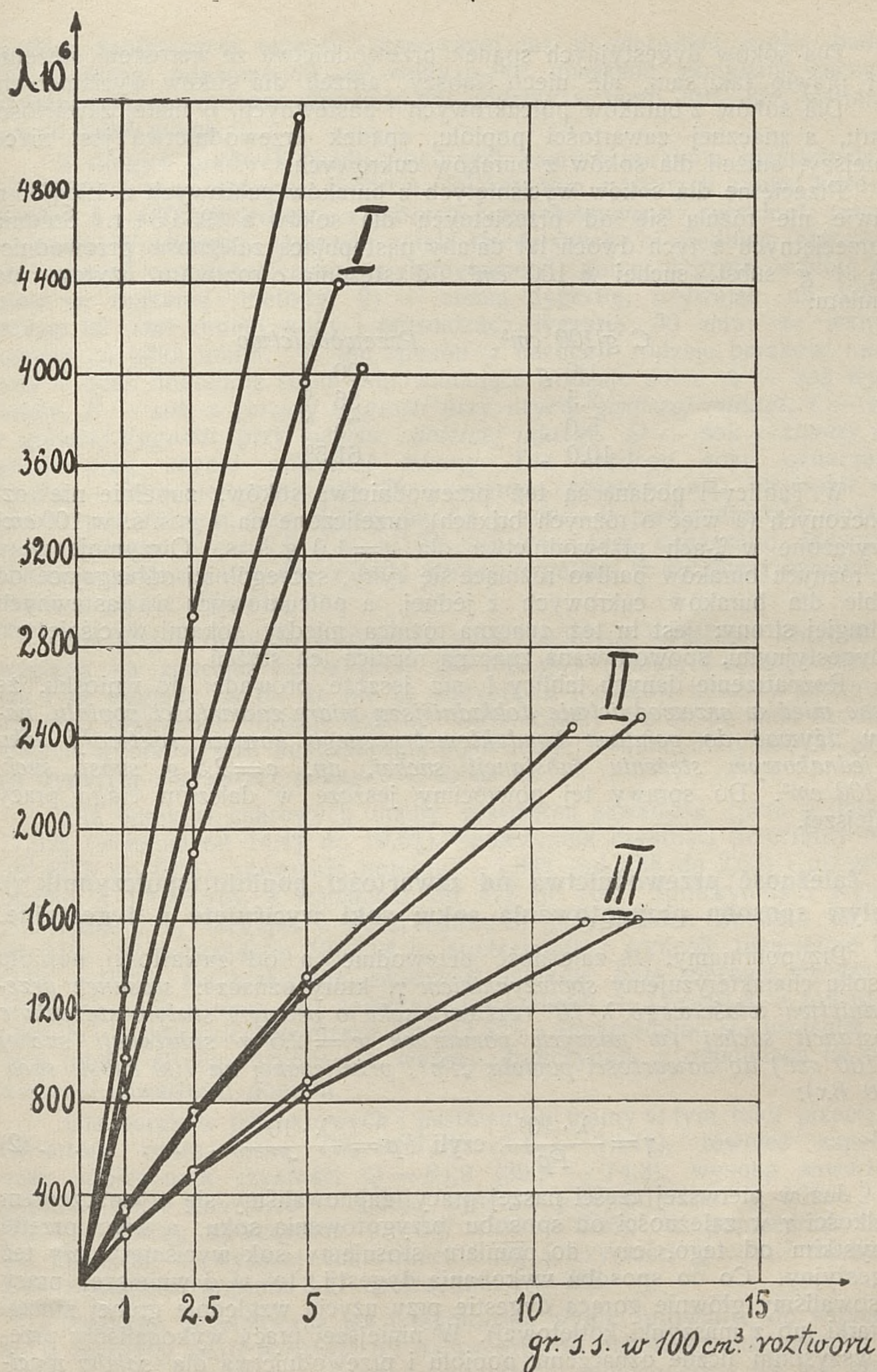
Tego samego rodzaju doświadczenia wykonaliśmy też w 1934/35 r. Wyniki ich podaje Tablica I. Wykres Rys. 12 ilustruje wprost zależność przewodnictwa $\lambda \cdot 10^6$ od stężenia $c$ roztworu soku, użytego do pomiaru: ze wzrostem stężenia przewodnictwo wzrasta coraz to słabiej, t. j. przewodnictwo 1 $g$ s. s. w 100 $cm^3$ jest coraz to mniejsze. W tablicy I mamy właśnie przedstawione przewodnictwa roztworów soku o różnym stężeniu, przeliczone na stężenie 1 $g$ subst. such. w 100 $cm^3$ i wyrażone w procentowym stosunku względem przewodnictwa roztworu o stężeniu $c = 1{,}0$ $g$ przyjętego za 100. Jak widzimy z tablicy, przewodnictwo jednostki substancji suchej (a więc i jednostki popiołu) spada dość znacznie ze wzrostem stężenia substancji suchej, wynosząc np. dla stężenia $c = 10$ $g$ s. s./100 $cm^3$ już tylko ok. 60% przewodnictwa dla $c = 1{,}0$ $g$.

TABLICA I.

*Zależność przewodnictwa od stężenia soku.*

1934/35 r.

| № | Rodzaj buraków | % Cukru w bur. | Soki wyciśnięte | | | | | | | Soki dygestyjne | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Procentowy stosunek przewodnictw właściwych, przeliczonych na subst. suchą. | | | | | | | | | | | |
| | | | c=1,0 g | 2,5 | 5,0 | 10 | 15 | bez rozcieńcz. | *bx* nierozc. s | c=1,0 g | 2,5 | 5,0 | bez rozcieńcz. | *bx* nierozc. soku |
| | *Cukrowe:* | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Cukrownia D. Z. . . . . . . . . | 19,5 | 100 | 86,9 | 75,3 | 61,4 | — | 36,5 | 25,6 | — | — | — | — | — |
| 2. | „ D. E. . . . . . . . . . | 19,2 | 100 | 86,2 | 75,2 | 61,8 | — | 34,7 | 25,2 | — | — | — | — | — |
| 3. | Buszcz. № 10 . . . . . . . . . . | 19,2 | 100 | 86,0 | 74,8 | 61,3 | 51,2 | 36,0 | 25,9 | — | — | — | — | — |
| 4. | „ № 4 . . . . . . . . . . . | 16,4 | 100 | 87,4 | 77,1 | 65,7 | — | 44,6 | 22,0 | 100 | 89,3 | 78,9 | 61,3 | 12,4 |
| 5. | Puławy № 1 . . . . . . . . . . | 16,5 | 100 | 86,0 | 75,1 | 61,1 | 52,2 | 41,4 | 22,0 | 100 | 87,6 | 76,4 | 59,0 | 12,3 |
| 6. | „ № 14 . . . . . . . . . . | 15,9 | 100 | 87,0 | 75,6 | 62,5 | 56,5 | 45,2 | 19,8 | 100 | 86,5 | 76,6 | 60,6 | 11,1 |
| 7. | Cukrownia Op. . . . . . . . . . | 14,4 | 100 | 87,7 | 77,5 | 64,3 | — | 48,2 | 19,1 | 100 | 89,6 | 79,5 | 64,5 | 10,9 |
| | **Przeciętnie dla buraków cukrow. 34/35 r.** | — | **100** | **86,7** | **75,8** | **62,6** | **53,3** | — | — | **100** | **88,2** | **77,8** | — | — |
| | **Przeciętnie dla buraków cukrow. 33/34 r.** | — | 100 | 85,4 | 74,6 | 60,2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | *Półcukrowe i pastewne* | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | Puławy № 18 . . . . . . . . . . | 7,1 | 100 | 90,4 | 80,9 | — | — | 65,5 | 10,9 | 100 | 90,6 | — | 77,0 | 6,3 |
| 2. | „ № 19/20 . . . . . . . . . | 5,9 | 100 | 91,0 | 80,3 | — | — | 67,6 | 9,9 | 100 | 89,9 | 80,7 | 77,9 | 5,7 |
| 3. | Eckendorfy, pastewne *α* . . . . . . | 3,4 | 100 | 90,4 | 80,5 | — | — | 71,2 | 8,2 | 100 | 90,4 | — | 80,7 | 4,9 |
| | | — | 100 | 90,6 | 80,6 | — | — | — | — | 100 | 90,3 | 80,7 | — | — |




Rys. 12. Zależność przewodnictwa właściwego od stężenia soku (soki dygestyjne).
III — buraki wysokocukrowe.
II — buraki wysokoplenne.
I — buraki półcukrowe i pastewne.

Dla soków dygestyjnych spadek przewodnictwa ze wzrostem stężenia jest prawie taki sam, ale nieco słabszy, aniżeli dla soków wyciśniętych. Dla soków z buraków półcukrowych i pastewnych, o małej zawartości cukru, a znacznej zawartości popiołu, spadek przewodnictwa jest nieco mniejszy, aniżeli dla soków z buraków cukrowych.

Przeciętne dla soków wyciśniętych z buraków cukrowych z 1934/35 r. prawie nie różnią się od przeciętnych dla soków z 1933/34 r. Średnia z przeciętnych z tych dwóch lat dałaby następującą zależność przewodnictwa 1 *g* subst. suchej w 100 $cm^3$ od stężenia *c* roztworu użytego do pomiaru:

| *C g/100 cm³* | *Przewodnictwo* |
|---|---|
| 1,0 *g* | 100 % |
| 2,5 „ | 86 % |
| 5,0 „ | 75 % |
| 10,0 „ | 61,5% |

W Tablicy I podane są też przewodnictwa soków, zupełnie nie rozcieńczonych (a więc o różnych brixach), przeliczone na 1 *g* s. s. w 100 $cm^3$ i wyrażone w %-ach przewodnictwa dla $c = 1,0$ *g* s. s. Otrzymujemy tu dla różnych buraków bardzo różniące się cyfry, szczególniej odbiegające od siebie dla buraków cukrowych z jednej, a półcukrowych i pastewnych z drugiej strony; jest tu też znaczna różnica między sokami wyciśniętymi a dygestyjnymi, spowodowana znaczną różnicą ich stężeń.

Rozpatrzenie danych tablicy I raz jeszcze prowadzi do wniosku, że *chcąc mieć w przewodnictwie dokładniejszą miarę zawartości popiołu, należy używać do pomiaru konduktometrycznego zawsze roztwory soku o jednakowym stężeniu substancji suchej, np.* $c = 2,5$ *g subst. such. w 100* $cm^3$. Do sprawy tej powrócimy jeszcze w dalszym ciągu pracy niniejszej.

### 3. Zależność przewodnictwa od zawartości popiołu (spółczynnik $\gamma$). Wpływ sposobu przygotowania soku: soki wyciśnięte i dygestyjne.

Przypominamy, że zależność przewodnictwa od zawartości popiołu w soku charakteryzujemy *spółczynnikiem* $\gamma$, który oznacza: *stosunek przewodnictwa właściwego* $\lambda \cdot 10^6$ *roztworu soku o pewnym stałym stężeniu c substancji suchej (w naszych pomiarach* $c = 2,5$ *g substancji suchej w 100* $cm^3$*) do zawartości popiołu „Pp", przeliczonej na 100 subst. such. (100 Bx):*

$$\gamma = \frac{\lambda \cdot 10^6}{Pp} \quad \text{czyli} \quad Pp = \frac{\lambda \cdot 10^6}{\gamma} \quad \ldots\ldots\ (2)$$

Już w pierwszej części naszej pracy zajmowaliśmy się wyznaczeniem wielkości $\gamma$ w zależności od sposobu przygotowania soku, a więc przede wszystkim od tego, czy do pomiaru stosujemy sok wyciśnięty czy też dygestyjny. Co do sposobu wykonania dygestji, to w dawniejszej pracy stosowaliśmy głównie gorącą dygestię przy użyciu względnie grubej miazgi (z tarki lub z maszynki kotletowej). W niniejszej pracy wykonaliśmy przede wszystkim liczne oznaczenia popiołu i przewodnictwa dla *soków wyciśniętych z miazgi,* otrzymanej na tarkach ręcznych; zbadano tu różne rodzaje buraków, zarówno cukrowych jak pastewnych, wymienione w rozdziale 1. Z tych samych buraków, ściślej z tej samej miazgi, względnie grubej, z której otrzymano sok wyciśnięty, wykonywano *gorącą dygestię*

według następującej recepty, stosowanej już w pierwszej części badań: 120 $g$ miazgi zalewano 80 $cm^3$ wody o 90°, mieszano, zamykano naczynia (metalowe) i prowadzono dygestię pół godziny w temp. 80°—85°, wstrząsając co kilka minut.

Z drugich połówek (wzdłuż osi) tych samych buraków, niestartych na tarce, wycinano ręcznym świdrem selekcyjnym z różnych miejsc każdego buraka 5 — 7 „świeczek", z których przygotowywano „subtelną" miazgę w prasie Wolskiego, używając sitek miedzianych o średnicy otworków = 1 *mm*. Z otrzymanej miazgi wykonywano: 1) gorącą dygestię, według dopiero co opisanej metody; 2) — zimną dygestię, używając na 120 $g$ miazgi 80 $cm^3$ zimnej wody i prowadząc dygestię 30 min. ze wstrząsaniem co kilka minut. W ten sposób z każdego rodzaju buraków mieliśmy 4 dość dokładnie sobie odpowiadające rodzaje soku: *A* — *sok wyciśnięty*, *B* — *sok z gorącej dygestii* przy użyciu *grubszej miazgi*, *C* — sok z *gorącej dygestii* przy użyciu *subtelnej miazgi*, *D* — sok z *zimnej dygestii* przy użyciu *subtelnej miazgi*. Dla każdego soku oznaczano: 1) *Bx* — piknometrycznie, 2) *Ck* — metodą objętościową, 3) popiół wagowy spopielaniem, bez $H_2SO_4$, ok. 15 $g$ soku, 4) przewodnictwo elektryczne roztworu o $c = 2{,}5$ $g$ s. s./100 $cm^3$. Poza tym oznaczano zawartość cukru: w grubszej miazdze z tarki gorącą dygestią, w subtelnej miazdze — zimną i gorącą dygestią.

Nie przytaczamy tu wszystkich poszczególnych wyników, zarówno ze względu na znaczną liczbę prób (25 rodzajów buraka, 4 rodzaje soków), jak i ze względu na to, że nie ze wszystkich rodzajów buraków przygotowywano wszystkie rodzaje soków. Ograniczamy się do podania szczegółowych wyników serii doświadczeń, poświęconej sokom, otrzymanym *gorącą dygestią z grubszej miazgi.* (Tablica II).

Dla buraków cukrowych mamy przeciętną zawartość cukru w buraku 17,02% (wahania od 14,4% do 19,5%), spółczynnik czystości przeciętny 89,0 (od 86,5 do 91,8), zawartość popiołu — 1,84% (od 1,38 do 2,63) i przewodnictwo $\lambda \cdot 10^6 = 513$, z wahaniem od 376 do 766. Spółczynnik $\gamma$ wynosi przeciętnie 278, ulegając w poszczególnych przypadkach wahaniu od 252 do 319. W poprzednim 1933/34 r. spółczynnik $\gamma$ wynosił przeciętnie 265 (249 — 279), ale przeciętna cukrowość buraków była znacznie wyższa — 19,7%, również wyższy był spółczynnik czystości — $Q = 91{,}8$, a zawartość popiołu — odpowiednio niższa $Pp = 1{,}52\%$. Przyglądając się uważniej danym tablicy II zauważymy, iż wyższy spółczynnik $\gamma$ odpowiada na ogół większej zawartości popiołu.

Dla buraków półcukrowych i pastewnych mamy w tym roku przeciętną zawartość cukru niską $Ck_b = 7{,}2\%$ (3,4 — 10,1%), również zupełnie niski spółczynnik czystości $Q = 64{,}9$ (39,9 — 74,8), wysoką zawartość popiołu $Pp = 5{,}88$ (4,89 — 7,69), wysokie przewodnictwo $\lambda \cdot 10^6 = 2102$ (1684 — 2942); spółczynnik $\gamma = 357$ (331 — 386). W poprzednim roku dla buraków o wyższej cukrowości 10,9% i czystości $Q = 81{,}7$ mieliśmy przy zawartości popiołu 3,77 spółczynnik $\gamma = 355$.

Zarówno zeszłoroczne jak i tegoroczne wyniki prowadzą do wniosku, że w *szerokiej skali buraków* od najwyższej do najniższej cukrowości i od najniższej do najwyższej zawartości popiołu — *spółczynnik* $\gamma$ nie jest stały, lecz *wzrasta ze wzrostem zawartości popiołu.*

Na zasadzie wszystkich pomiarów z obydwóch lat, dotyczących soków dygestyjnych (gorąca dygestia, grubsza miazga) ułożony został wykres

TABLICA II.

*Przewodnictwo i zawartość popiołu w sokach buraczanych*
*Soki z gorącej dygestii (grubsza miazga)*

*I. Buraki cukrowe.*

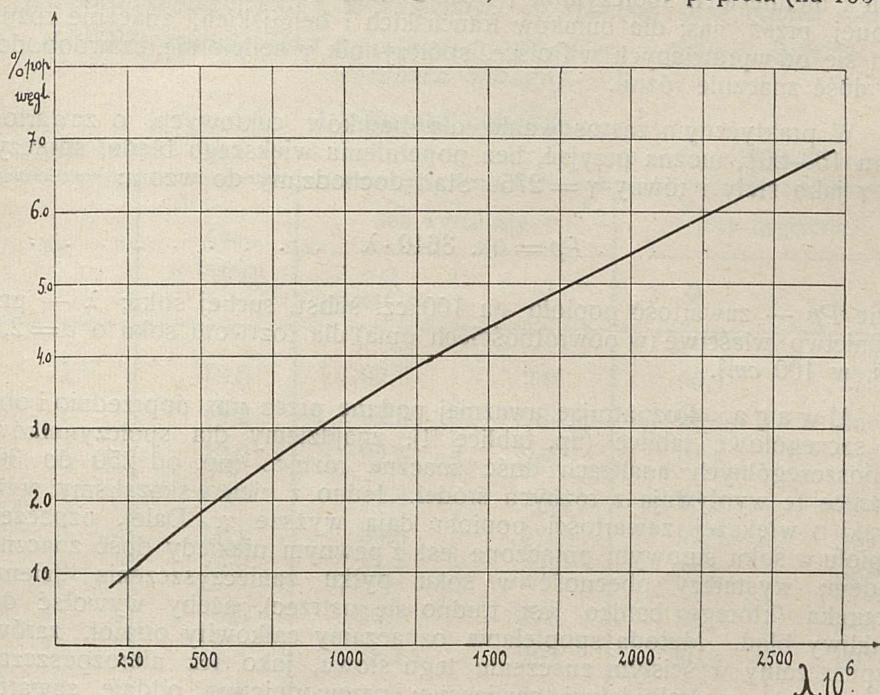
1934/35 r.

| Nr. | Rodzaj buraka | $Ck_b$ w buraku | Czystość soku $Q$ | Popiół wagowy na 100 $Bx$ $Pp$ | $\lambda . 10^6$ $c = 2.5\ g$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cukrownia D. Z. . . . | 19,5 | 90,1 | 1,38 | 376 | 272 |
| 2 | Buszczyński № 10 . . . | 19,2 | 91,1 | 1,47 | 376 | 256 |
| 3 | Cukrownia D. E. . . . | 19,2 | 91,8 | 1,57 | 434 | 276 |
| 4 | Buszczyński № 8 . . . | 18,6 | 88,5 | 1,79 | 451 | 252 |
| 5 | Puławy № 8 . . . . . | 17,8 | 90,0 | 1,48 | 433 | 293 |
| 6 | Cukrownia J. drz. . . . | 17,4 | 89,6 | 1,73 | 480 | 277 |
| 7 | Cukrownia L. . . . . . | 17,2 | 88,5 | 2,05 | 516 | 252 |
| 8 | Buszczyński № 6 . . . | 17,1 | 88,5 | 2,09 | 559 | 267 |
| 9 | Cukrownia H. . . . . | 16,8 | 87,2 | 2,15 | 626 | 291 |
| 10 | Cukrownia D. drz. . . . | 16,7 | 91,1 | 1,49 | 375 | 252 |
| 11 | Puławy № 1 . . . . . | 16,5 | 88,5 | 1,75 | 481 | 275 |
| 12 | Buszczyński № 4 . . . | 16,4 | 86,5 | 2,63 | 766 | 291 |
| 13 | Puławy № 10 . . . . . | 16,3 | 90,2 | 1,68 | 436 | 260 |
| 14 | Puławy № 14 . . . . . | 15,9 | 88,6 | 1,77 | 508 | 287 |
| 15 | Puławy № 13 . . . . . | 15,4 | 86,5 | 1,93 | 581 | 301 |
| 16 | Puławy № 12 . . . . . | 14,9 | 88,5 | 1,74 | 555 | 319 |
| 17 | Cukrownia Op. . . . . | 14,4 | 86,9 | 2,56 | 766 | 299 |
| | Przeciętnie . . . . . . | 17,02 | 88,95 | 1,84 | 513 | 278 |

*II. Buraki półcukrowe i pastewne.*

| Nr. | Rodzaj buraka | $Ck_b$ w buraku | Czystość soku $Q$ | Popiół wagowy na 100 $Bx$ $Pp$ | $\lambda . 10^6$ $c = 2.5\ g$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | Buszcz., półcukr. № 3 . . | 10,1 | 73,5 | 4,89 | 1684 | 344 |
| 19 | Buszcz, Mamut № 2 . . | 9,8 | 74,8 | 5,14 | 1779 | 346 |
| 20 | Buszcz., Eckendorf № 1 | 7,6 | 64,4 | 6,38 | 2231 | 350 |
| 21 | Puławy, półcukr. № 18 . . | 7,1 | 68,6 | 5,72 | 1893 | 331 |
| 22 | Puławy, Mamut № 22/23 | 7,1 | 71,4 | 5,40 | 1979 | 366 |
| 23 | Puławy półcukr. № 14/15 | 6,5 | 65,7 | 6,06 | 2095 | 346 |
| 24 | Puławy półcukr. № 19/20 | 5,9 | 61,2 | 5,73 | 2213 | 386 |
| 25 | Puławy, Eckendorf past. *a* | 3,4 | 39,9 | 7,69 | 2942 | 383 |
| | Przeciętnie . . . . . . | 7,19 | 64,9 | 5,88 | 2102 | 357 |

Rys. 13, na którym mamy graficznie skorygowaną krzywą zależność przewodnictwa właściwego $\lambda \cdot 10^6$ ($c = 2,5$ *g* s. s.) od zawartości popiołu (na 100 *Bx*).




Rys. 13. Zależność między przewodnictwem i popiołem węglanowym w sokach dygestyjnych.

Według tej krzywej lub też według Tablicy III, ułożonej na podstawie wykresu Rys. 13, możemy znaleźć zawartość popiołu, odpowiadającą znalezionemu przewodnictwu. Krzywa i tablica odpowiadają sokom dygestyjnym z buraków, wyhodowanych w Polsce, z polskich nasion. Czy zachowają one swą wartość dla soków z buraków wyhodowanych w innych krajach, powiedzieć, oczywiście, nie możemy.

TABLICA III.

*Zależność między przewodnictwem i zawartością popiołu w sokach dygestyjnych.*

| $\lambda \cdot 10^6$ ($c$=2,5 *g*. s.s.) | % popiołu węglan. na 100 *Bx* | $\lambda \cdot 10^6$ ($c$=2,5 *g*. s.s.) | % popiołu węglan. na 100 *Bx* |
|---|---|---|---|
| 300 | 1,16 | 700 | 2,44 |
| 350 | 1,34 | 800 | 2,72 |
| 400 | 1,52 | 1000 | 3,24 |
| 450 | 1,68 | 1200 | 3,72 |
| 500 | 1,84 | 1500 | 4,40 |
| 550 | 2,00 | 2000 | 5,44 |
| 600 | 2,16 | 2500 | 6,40 |

Wydaje się nam rzeczą wysoce prawdopodobną, że dla buraków czeskich i niemieckich spółczynnik $\gamma$ będzie miał wartość b. zbliżoną do znalezionej przez nas; dla buraków francuskich i belgijskich, znacznie różniących się od uprawianych w Polsce, spółczynnik $\gamma$ będzie się, prawdopodobnie, dość znacznie różnił.

W praktycznym zastosowaniu dla buraków cukrowych, o zawartości cukru 15—20%, można przyjąć, bez popełnienia większego błędu, spółczynnik $\gamma$ jako stały i równy $\gamma = 275$. Stąd dochodzimy do wzoru:

$$Pp = \text{ok. } 3640 \cdot \lambda \qquad \qquad (3)$$

gdzie $Pp$ — zawartość popiołu na 100 cz. subst. suchej soku; $\lambda$ — przewodnictwo właściwe (w odwrotnościach oma) dla roztworu soku o $c = 2{,}5\,g$ s. s. w 100 $cm^3$.

**Uwaga.** Rozpatrując uważniej podane przez nas poprzednio i obecnie szczegółowe tablice (np. tablicę II), znajdziemy dla spółczynników $\gamma$ w poszczególnych analizach dość znaczne różnice (np. od 250 do 300). Różnice te wypływają z różnych źródeł. Jedno z nich wskazaliśmy wyżej: buraki o większej zawartości popiołu dają wyższe $\gamma$. Dalej, oznaczenie popiołu w soku surowym połączone jest z pewnym niekiedy dość znacznym błędem; wystarczy obecność w soku pyłku zanieczyszczenia „ziemią” z buraka (którego bardzo jest trudno się ustrzec), ażeby wywołać dość dotkliwy błąd. Metodą spopielania oznaczamy całkowity popiół, zarówno rozpuszczalny w ścisłym znaczeniu tego słowa, jako też nierozpuszczalny lub zawarty w koloidalnej zawiesinie; przewodnictwo oddaje zawartość tylko popiołu rozpuszczonego w ścisłym znaczeniu tego słowa. Z tego punktu widzenia przewodnictwo jest ściślejszą i pewniejszą miarą tego popiołu, o który głównie chodzi cukrownikowi, t. j. rozpuszczalnego.

Dochodzą wreszcie przypadkowe błędy oznaczeń. Dopiero wtedy, gdybyśmy mogli wyzbyć się wszystkich wskazanych błędów, moglibyśmy znaleźć, w jakiej mierze na wielkość $\gamma$ wpływa sam rodzaj buraka, t. j. ilość i jakość zawartych w nim niecukrów, organicznych i mineralnych. Niewątpliwie ten ostatni wpływ również istnieje, ale nie w tej mierze, jak to sobie wyobrażają pewni autorzy. Wpływ tego odchylenia staraliśmy się ograniczyć, stosując metodę „statystyczną“, t. j. powtarzając wielokrotnie oznaczenia $\gamma$ na różnych burakach, w przeciągu kilku lat. Dochodzimy w ten sposób do pewnej przeciętnej wartości $\gamma$, odpowiadającej burakom hodowanym w Polsce.

*Porównanie soków wyciśniętych z sokami z gorącej dygestii* (z grubszej miazgi). Obydwa te rodzaje soków otrzymywano z tej samej, dość grubej, miazgi, wytworzonej przez ścieranie buraków na ręcznej tarce. Wyniki zestawione są w Tablicy IV, oddzielnie dla buraków cukrowych oraz półcukrowych i pastewnych. Spółczynnik $\gamma$, podobnie jak w poprzednim roku, jest dla soków wyciśniętych nieco niższy (dla buraków cukrowych $\gamma = 265$), aniżeli dla soków dygestyjnych (279); dla buraków pastewnych różnica jest mniejsza. Porównanie spółczynników czystości daje wynik, którego należało się spodziewać: soki dygestyjne (gorąca dygestja), bardziej zbliżone z warunków otrzymania do soków dyfuzyjnych, mają spółczynnik czystości niższy, aniżeli soki wyciśnięte; różnica wynosi ok. 1,5 jednostek. Ci, którzy pracowali przed wojną w cukrowniach Ukraińskich, w których

TABLICA IV.

*Wielkość spółczynnika γ w zależności od sposobu otrzymania soku.*
*A. Porównanie soku wyciśniętego z sokiem z gorącej dygestii (grubsza miazga).*

### I. Buraki cukrowe.

1934/35 r.

| Nr. | $Ck_b$ w buraku | Sok wyciśnięty | | Sok dygestyjny | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Q* czystość soku | γ | *Q* | γ |
| 1. | 19,5 | 92,6 | 245 | 90,1 | 272 |
| 2. | 19,2 | 92,8 | 234 | 91,1 | 256 |
| 3. | 19,2 | 92,9 | 262 | 91,8 | 276 |
| 4. | 18,6 | 90,3 | 237 | 88,5 | 252 |
| 8. | 17,1 | 89,5 | 270 | 88,5 | 267 |
| 9. | 16,8 | 90,1 | 295 | 87,2 | 291 |
| 11. | 16,5 | 90,7 | 270 | 88,5 | 275 |
| 12. | 16,4 | 88,1 | 297 | 86,5 | 291 |
| 13. | 16,3 | 91,4 | 248 | 90,2 | 260 |
| 14. | 15,9 | 91,0 | 275 | 88,6 | 287 |
| 16. | 14,9 | 90,3 | 268 | 88,5 | 319 |
| 17. | 14,4 | 88,0 | 295 | 86,9 | 299 |
| Przeciętnie | | **90,6** | **265** | **88,9** | **279** |

### II. Buraki półcukrowe i pastewne.

| Nr. | $Ck_b$ w buraku | Sok wyciśnięty *Q* | Sok wyciśnięty γ | Sok dygestyjny *Q* | Sok dygestyjny γ |
|---|---|---|---|---|---|
| 21. | 7,1 | 71,1 | 343 | 68,6 | 331 |
| 23. | 6,5 | 67,3 | 344 | 65,7 | 346 |
| 24. | 5,9 | 63,0 | 374 | 61,2 | 386 |
| 25. | 3,4 | 40,6 | 377 | 39,9 | 383 |
| Przeciętnie | | **60,5** | **359** | **58,9** | **361** |

zachowano jeszcze wtedy zwyczaj oznaczania czystości soku wyciśniętego z krajanki (t. zw. „normalnego“ soku) pamiętają zapewne, że taką samą różnicę znajdowano między czystością soku „normalnego“ i dyfuzyjnego.

*Porównanie różnych sposobów wykonania dygestii*: gorącej dygestii z grubszej miazgi oraz gorącej i zimnej dygestii z subtelnej miazgi. Sposób wykonania każdego z tych rodzajów dygestii opisany był nieco wyżej. Wyniki zestawione są w Tablicy V. Z danych Tablicy wynika, iż zarówno

TABLICA V.

*Wielkość spółczynnika γ w zależności od sposobu otrzymania soku.*

*B. Porównanie gorącej dygestii z grubej miazgi z gorącą i zimną dygestią z subtelnej miazgi.*

**Buraki cukrowe.**

1934/35 r.

| Nr. | $C_{kb}$ w buraku | Grubsza miazga | | Subtelna miazga | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gorąca dygestia | | Gorąca dygestia | | Zimna dygestia | |
| | | *Q* | γ | *Q* | γ | *Q* | γ |
| 2 | 19,2 | 91,1 | 256 | 92,8 | 261 | 93,2 | 269 |
| 4 | 18,6 | 88,5 | 252 | 90,3 | 256 | 92,4 | 251 |
| 8 | 17,1 | 88,5 | 267 | 89,7 | 311 | 90,1 | 270 |
| 9 | 16,8 | 87,2 | 291 | 87,5 | 327 | 88,2 | 338 |
| 12 | 16,4 | 86,5 | 291 | 88,0 | 303 | 88,9 | 300 |
| 13 | 16,3 | 90,2 | 260 | 91,9 | 276 | 91,5 | 271 |
| 16 | 14,9 | 88,5 | 319 | 90,2 | 313 | 91,5 | 273 |
| Przeciętnie | 17,0 | 88,7 | **277** | 90,0 | **292** | 90,8 | **282** |

wielkość spółczynnika γ (czyli przewodnictwo jednostki popiołu), jak spółczynnik czystości — zależą, do pewnego stopnia, od sposobu wykonania dygestii. Nic w tym nie ma dziwnego: w zależności od grubości miazgi i temperatury dygestji (wykonywanej, oczywiście, bez dodania octanu ołowiu) skład niecukrów soku zmienia się zarówno ilościowo jak jakościowo; dotyczy to szczególniej niecukrów trudniej dyfundujących i koloidalnych; te ostatnie na gorąco ulegają w mniejszym czy większym stopniu koagulacji i t. d.

Dla praktyki konduktometrycznego oznaczania popiołu w sokach buraczanych ze wszystkich naszych doświadczeń wynika wniosek, iż chcąc otrzymywać rezultaty, dające się porównywać między sobą, *należy zawsze stosować ściśle ten sam sposób otrzymywania soku.* Wyniki najbardziej wiarogodne i najlepiej charakteryzujące soki z punktu widzenia technika cukrowniczego dawać winna *gorąca dygestia* (np. wykonana według wyżej podanej naszej recepty) *przy użyciu dość grubej miazgi.*

## 4. Soki dyfuzyjne.

Podobnie jak w poprzednim roku, wykonano również i w 1934/35 r. konduktometryczne oznaczenia popiołu w sokach dyfuzyjnych kilku cukrowni. Wyniki przeciętne (z 7—8 prób w każdej cukrowni) podaje Tablica VI. Przeciętna zawartość popiołu wyniosła w tym roku — 1,56% (w poprzednim 1,59), przewodnictwo — 446 (478), spółczynnik γ — 288 (ok. 300).

TABLICA VI.

*Przewodnictwo i zawartość popiołu w sokach dyfuzyjnych.*

1934/35 r.

| Nr. | Cukrownia | *Bx* soku | Popiół wagowy na 100 *Bx* | $\lambda . 10^6$ $C = 2{,}5\ g$ s. s. | $\gamma$ | *Q* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_{1-8}$ | Dobrzelin . . . . | 18,1 | 1,42 | 429 | 304 | 92,4 |
| $II_{1-8}$ | Szamotuły . . . . | 17,9 | 1,64 | 473 | 289 | 92,1 |
| $III_{1-7}$ | Brześć Kujawski . . | 17,7 | 1,62 | 436 | 270 | 92,2 |
| | Przeciętnie | 17,9 | 1,56 | 446 | **288** | 92,2 |

### 5. Wnioski z badań 1933/34 r. i 1934/35 r.

Z przeprowadzonych przez nas kilkuletnich studiów nad przewodnictwem surowych soków buraczanych wynika, iż między przewodnictwem elektrycznym soku a zawartością w nim popiołu istnieje, na ogół biorąc, prosta zależność: ze wzrostem w soku zawartości popiołu wzrasta przewodnictwo. Jeżeli badać zależność przewodnictwa od popiołu dla wszystkich rodzajów uprawianych buraków: wysokocukrowych, wysokoplennych, półcukrowych i pastewnych, to wielkość spółczynnika $\gamma$ = stosunkowi przewodnictwa do popiołu—nie jest nawet w przybliżeniu stałą, lecz wzrasta w miarę wzrostu zawartości popiołu (w miarę spadku zawartości cukru), np. od 265 (buraki wysokocukrowe) do ok. 360 (buraki pastewne). Zależność przewodnictwa od zawartości popiołu wyraża się pewną linią krzywą w rodzaju podanej na Rys. 12. Jeżeli jednak ograniczyć się do buraków cukrowych, w ściślejszym znaczeniu tego słowa, t. j. zawierających 15 — 20% cukru, to spółczynnik $\gamma$ może być przyjęty, bez popełnienia większego błędu, jako stały np. jako równy 275 (dla przyjętych przez nas warunków wykonania oznaczenia). Dla otrzymania dokładnych wyników niezbędne jest, jak to wykazaliśmy: 1) stosowanie zawsze tej samej metody przyrządzania soku, najlepiej gorącej wodnej dygestii, według tej lub innej, znormalizowanej metody i 2) używanie do wykonania pomiaru roztworu o tym samym stężeniu substancji suchej, np. w naszych pomiarach $c = 2{,}5\ g$ s. s. w 100 $cm^3$.

Jeżeli, pomijając to ostatnie wymaganie, używać będziemy do pomiaru roztwory nie o tym samym stężeniu substancji suchej, lecz o stężeniu różnym, (np. proporcjonalnym do stężenia soku, zawartego w buraku) i przeliczać następnie znalezione przewodnictwo na 100 *Bx* (lub na 100 *Ck*), to — stosując pewien stały spółczynnik $\gamma$ — popełniać będziemy pewien stały błąd, znajdując dla buraków mniej cukrowych zbyt wysoką zawartość popiołu i odwrotnie. Zresztą, póki będziemy mieli do czynienia z burakami o niezbyt różnej cukrowości (np. w granicach 16—19%), błąd ten, praktycznie biorąc, może być prawdopodobnie tolerowany. Jeżeli, po znormalizowaniu sposobu otrzymywania soku do pomiaru przewodnictwa, zaniedbać przeliczania przewodnictwa na popiół i przyzwyczajać się do charakteryzowania jakości soku wprost na zasadzie przewodnictwa, przeliczonego na 100 *Bx* lub na 100 *Ck*, to wystąpi pewne przejaskrawienie jakości soku, zwiększenie różnicy między sokami o większej i mniejszej zawartości po-

piołu, co praktycznie biorąc może być nawet pożyteczne. Osiągnie się zaś, kosztem pewnego błędu, znaczne uproszczenie wykonania oznaczeń w praktyce. Z tego punktu widzenia można pogodzić się z metodą, poleconą przez ostatni (1936 r.) Zjazd Międzynarodowego Instytutu Buraczanego, według której do pomiarów przewodnictwa ma się stosować sok dygestyjny, otrzymany z 10 *g* miazgi po doprowadzeniu do 200 $cm^3$, co odpowiada stężeniu $c =$ ok. 1,0 *g* subst. such. w 100 $cm^3$. Ze względów praktycznych byłoby może lepiej stosować 25 *g* miazgi do 200 $cm^3$ lub 12,5 *g* do 100 $cm^3$ ($c =$ ok. 2,5 *g* w 100 $cm^3$); ułatwiłoby to dokładne oznaczenie zarówno przewodnictwa jakoteż (szczególniej) popiołu metodą spopielania. Oczywiście, przed ostatecznym przyjęciem tej metody należy w przeciągu kilku lat, na różnych rodzajach buraków cukrowych, w różnych krajach ustalić przeciętną wielkość spółczynnika $\gamma$ i wyjaśnić, jak znaczne mogą być wahania tego spółczynnika w poszczególnych przypadkach.

---


## STRESZCZENIE.

Praca niniejsza jest rozwinięciem i uzupełnieniem ogłoszonego dawniej badania autorów, dotyczącego konduktometrycznego oznaczania popiołu w buraczanych sokach surowych. Głównym jej celem było sprawdzenie podanej przez autorów metody na różnorodnym materiale buraczanym (buraki cukrowe różnego pochodzenia o różnej zawartości cukru, buraki półcukrowe i pastewne).

Wyjaśniono ponownie wpływ stężenia substancji suchej roztworu soku, używanego do pomiaru, na przewodnictwo. Zgodnie z dawniejszymi wynikami znaleziono, że przewodnictwo jednostki suchej substancji spada ze wzrostem stężenia roztworu (Tablica I). Ten spadek przewodnictwa jest we wszystkich przypadkach prawie taki sam, niezależnie od rodzaju buraków.

Główna część badań dotyczy wyznaczenia spółczynnika $\gamma$, t. j. stosunku przewodnictwa właściwego $\lambda \cdot 10^6$ roztworu soku o stężeniu substancji suchej $c = 2{,}5$ *g* w 100 $cm^3$ do zawartości popiołu, przeliczonej na 100 *Bx*. Oznaczenia te wykonano porównawczo dla czterech rodzajów soku: 1) sok wyciśnięty z buraka, 2) sok z gorącej dygestii przy użyciu grubszej miazgi, 3) sok z gorącej dygestii przy użyciu subtelnej miazgi, 4) sok z zimnej dygestii (subtelna miazga).

W przypadku gorącej dygestii grubszej miazgi znaleziono spółczynnik $\gamma = 278$ dla buraków cukrowych i 357 — dla półcukrowych i pastewnych. (Tablica II).

Zgodnie z dawniejszymi wynikami autorzy dochodzą do przekonania, że wartość spółczynnika $\gamma$ wzrasta ze spadkiem zawartości cukru w buraku a więc ze wzrostem zawartości popiołu. Wykres Rys. 13 i Tablica III są próbą ustalenia zależności między przewodnictwem roztworu soku ($c = 2{,}5$ *g*) a zawartością popiołu (na 100 *Bx*). Soki wyciśnięte dają spółczynnik $\gamma$ nieco niższy (265), aniżeli z gorącej dygestii (279) [Tablica IV]. Soki dygestyjne z subtelnej miazgi dają wyższe spółczynniki $\gamma$ (Tablica V). Soki dyfuzyjne dały $\gamma = 288$ (dawniej 300).

We wnioskach autorzy, na zasadzie wieloletnich studiów, dochodzą do przekonania, że dokładne oznaczenie popiołu w soku buraczanym metodą konduktometryczną wymaga 1) stosowania zawsze tego samego sposobu otrzymania soku, najlepiej gorącej dygestii z niezbyt drobnej miazgi, 2) użycia do pomiaru roztworu soku o tym samym stężeniu substancji

suchej, np. 2,5 *g* w 100 $cm^3$, 3) przy analizowaniu buraków o bardzo znacznej rozpiętości cukru — korzystania z odpowiedniego wykresu (Rys. 13) lub tablicy (III), dających bezpośrednio procent popiołu (na 100 *Bx*) dla znalezionego przewodnictwa.

Dla buraków cukrowych można przyjąć stały spółczynnik $\gamma$; dla warunków stosowanych przez autorów i dla polskich buraków można wtedy przyjąć $\gamma = 275$, co daje wzór:

$$Pp = 3640 \cdot \lambda$$

---

## Le dosage conductimétrique des cendres dans le jus brut de betteraves.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI et l'Ingénieur. T. PIETRZYKOWSKI

*Résumé.*

*Le présent travail complète les recherches antérieurement publiées par les auteurs sur le dosage conductimétrique des cendres dans le jus brut de betteraves. Le but principal du présent travail était la vérification de la méthode des auteurs sur des betteraves de différentes qualités (betteraves sucrières de différente origine et de différente richesse saccharine, betteraves demi-sucrières et fourragères).*

*On a établi à nouveau l'influence de la concentration en matière sèche de la solution analysée sur la conductivité électrique. D'accord avec les résultats obtenus précédemment, on trouva que la conductivité de 1 gr de matière sèche diminue lorsque la concentration de la solution analysée augmente (Tableau I). Cette diminution de la conductivité est presque la même dans tous les cas particuliers et ne dépend pas de la qualité des betteraves.*

*Les recherches concernent surtout la détermination du coefficient* $\gamma$, *c. a. d. du rapport de la conductivité spécifique* $\lambda \times 10^6$ *de la solution de jus (concentration* $c = 2$ *gr 5 de matière sèche dans 100* $cm^3$*) à la teneur en cendres sur 100 Brix. Ces déterminations ont été faites parallèlement sur quatre différents jus: 1. jus de pression, 2. jus de digestion aqueuse à chaud avec de la pulpe plus grosse, 3. jus de digestion aqueuse à chaud avec de la pulpe fine, 4. jus de digestion à froid (pulpe fine). Dans le cas de la digestion à chaud avec de la pulpe plus grosse on a trouvé que la valeur du coefficient* $\gamma$ *est 278 pour les betteraves sucrières et 357 pour les betteraves demi-sucrières et fourragères (Tableau II). Comme dans leurs recherches précédentes les auteurs ont trouvé que la valeur du coefficient* $\gamma$ *s'accroît lorsque la richesse saccharine des betteraves diminue, c. a. d. lorsque la teneur en cendres augmente. Sur le graphique de la Fig. 13 et dans le Tableau III on a essayé d'établir la relation entre la conductivité de la solution de jus (*$c = 2$ *gr 5) et sa teneur en cendres (sur 100 Brix). Les jus de pression donnent un coefficient* $\gamma$ *(265) un peu inférieur à celui de la digestion à chaud (279) (Tableau IV). Les jus de digestion avec de la pulpe fine donnent des valeurs plus élevées de* $\gamma$ *(Tableau V). Les jus de diffusion donnent* $\gamma = 288$ *(antérieurement* $\gamma = 300$*).*

*En se fondant sur leurs études effectuées pendant nombre d'années les auteurs arrivent à la conclusion que le dosage précis des cendres du*

*jus brut de betteraves par la méthode conductimétrique exige: 1. l'application du même procédé de préparation du jus, le mieux de la digestion à chaud sur de la pulpe pas trop fine, 2. l'emploi de la même concentration en matière sèche pour toutes les solutions analysées, par ex. 2 gr 5 dans 100 cm*$^3$, *3. l'emploi du graphique Fig. 13 ou du Tableau III indiquant directement la teneur en cendres sur 100 Brix d'après la conductivité, pour les cas lorsque la richesse saccharine des betteraves varie entre des limites plus étendues. Les betteraves sucrières permettent l'emploi d'un coefficient* $\gamma$ *de valeur constante; pour les conditions acceptées par les auteurs et pour les betteraves polonaises la valeur du coefficient* $\gamma$ *est 275, ce qui donne la formule suivante:*

$$P_p \text{ (cendres conductimétriques)} = 3640\ \lambda.$$

---

LITERATURA.


1) K. Smoleński. Spółczynnik czystości a zawartość popiołu w sokach i produktach cukrowniczych. Gaz. Cukr. **73**, 1933 r. str. 324, 352 oraz Prace C. L. C. w latach 1932—1933, str. 96.

2) K. Smoleński, J. Zaleski. Skład chemiczny i wartość przerobowa buraków wysokocukrowych i wysokoplennych. Gaz. Cukr. **74**, 1934 r. str. 150, Prace C. L. C. w roku 1934, str. 1 oraz Publications de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave 2-me année, Nr. 4, 1934, p. 111.

3. K. Smoleński, T. Pietrzykowski. Kondumetryczne oznaczanie popiołu w sokach surowych. Gaz. Cukr. **75**, 1934, str. 263, Prace C. L. C. w roku 1934, str. 20. Publications de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, 3-me année, Nr. 5, 1935, p. 295 oraz Sucrerie Belge **54**, 1935, p. 321, 344.

4) E. Saillard, R. Saunier. La détermination des cendres des jus de betteraves par la mesure des conductibilités électriques. Suppl. Circ. Hebd. 1933, Nr. 2306, Nr. 2335. Bulletin Technique et Chimique du Comité Central des Fabr. de Sucre de France 1932/33, p. 921, 1933/34, p. 981, 1028.

5) J. Dedek. Méthode de détermination des cendres de betterave par voie conductimétrique et digestion aqueuse à chaud. C. R. Inst. Intern. Rech. Betterav. 1934, Notice Nr. 5.

6) V. Stehlik, K. Šandera, M. Šanderová. Konduktometrische Methode zur Unterscheidung der Zuckerrübe von Halbzucker — und Futterrübe. Z. Zuckerind Čechoslov. Rep. **59** (1934/35), 25.

7) M. Šanderova, K. Šandera, V. Stehlik. Konduktometrische Bestimmung der Umrechnungsfaktoren für den Digestionssaft. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **60** (1935/36), 73

8) J. Pázler, A. Růžička. Berichte über vergleichende Versuche mit Rübensamen, veranstaltet vom Zentralverein der Cechoslovakischen Zuckerindustrie im Jahre 1934. IV. Teil. Spezifische Leitfähigkeit des Digestionsrübensaftes. Z. Zuckerind. Cechoslov. Rep. **60**, (1935/36), 169.

V.

Prof. K. SMOLEŃSKI i inż. ST. POREJKO.

# pH roztworów wapna w wodzie i w roztworach sacharozy.*)

W pracy K. Smoleńskiego i Wł. Kozłowskiego[1]) przytoczone zostały wyniki pomiarów *pH* roztworów *Na OH* w wodzie i w roztworach sacharozy, dla różnych stężeń jednej i drugiej substancji, oraz próba obliczenia, na zasadzie tych pomiarów, stałej dysocjacji sacharozy. Praca niniejsza stoi z poprzednią w bezpośrednim związku. Oprócz ogólnego celu, jakim jest opracowanie fizyko-chemicznych podstaw roztworów t. zw. cukrzanów, ma ona na celu zadośćuczynić potrzebom chemji przemysłu cukrowniczego, mającego stale do czynienia z układem: *woda — wapno — sacharoza*; w szczególe, pomiary te były nam potrzebne do wyjaśnienia zjawiska rozpuszczania się wapna w wodzie i w roztworach sacharozy.

---

Jako sacharozy, używaliśmy wyborowego kryształu rafinowanego, przemytego ciepłym 75°/₀ alkoholem i wysuszonego pod próżnią w 30°. Wapno, z którym pracowaliśmy, wypalone było z marmuru Kieleckiego. Z wapna tego przyrządzaliśmy mleko wapienne, w którym oznaczaliśmy zawartość $Ca(OH)_2$ metodą fenolową. Podstawowe stężone roztwory o potrzebnym stężeniu sacharozy i wapna przyrządzaliśmy w zwykły sposób; przez rozcieńczanie ich roztworem sacharozy o tym samym stężeniu otrzymywaliśmy roztwory o różnym stężeniu wapna. Przed wykonaniem pomiaru sprawdzano miano roztworu (zawartość wapna) i stężenie sacharozy (polaryzacją, po zobojętnieniu).

Przyrządy i metodyka wykonania pomiarów *pH* były takie same, jak w cytowanej pracy K. Smoleńskiego i Wł. Kozłowskiego.

---

*) Gaz. Cukr. **79,** (1936), 58.

[1]) Bullet. de l'Académie Polonaise de Sciences, Sciences Mathém. et Natur., A, 1934, s. 161; Roczniki Chemji **14** (1934), 1262; Gaz. Cukr. **74** (1934), 206, oraz „Prace C. L. C." w r. 1934, str. 133.

### 1. pH roztworów wapna w wodzie.

Wyniki tych pomiarów, wykonanych częściowo przez p. inż. Wł. Żero ogłoszone już były w jednej z prac K. Smoleńskiego i Wł. Żero[2]).

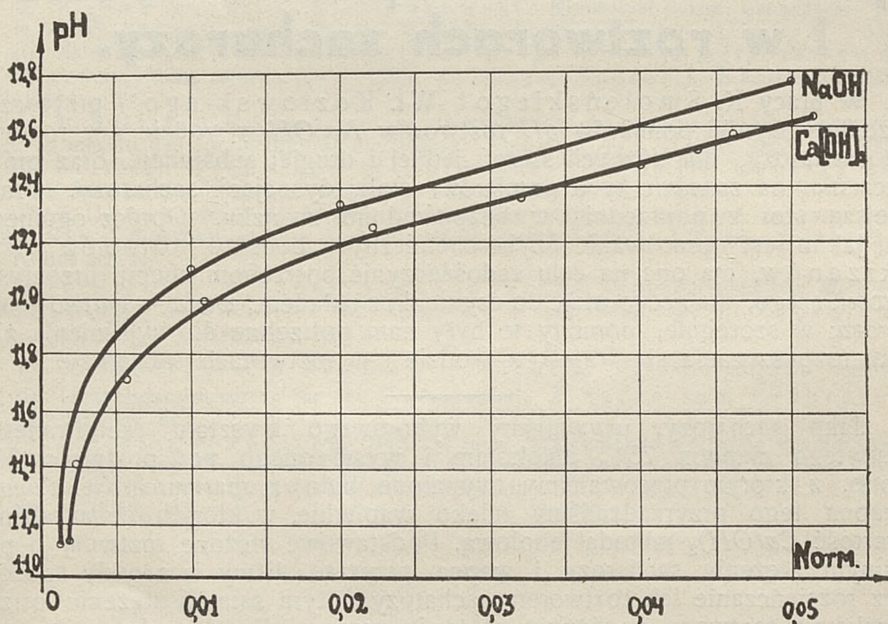
Wyniki są bliskie do danych, znalezionych przez E. Saalmann'a[3]).

Przytaczamy tu tylko pomiary dla tych stężeń, o których będzie mowa dalej (Tablica I). Wykres (Rys. 14) podaje zależność *pH* od stężeń dla roztworów wodnych: $Ca(OH)_2$ i *Na OH*.

TABLICA I.

*pH roztworów* $Ca\ (OH)_2$ *w wodzie.*

| Stężenie | — | *pH* |
|---|---|---|
| 0,02 *n* | — | 12,23 |
| 0,01 *n* | — | 11,96 |
| 0,005 *n* | — | 11,68. |




Rys. 14. *pH* wodnych roztworów $Ca(OH)_2$ i *NaOH*.

---

[2]) Bullet. de l'Acad. Polon., A, 1935, 586—Roczniki Chemji **16** (1936), 24—36, Gaz. Cukr. 77 (1935) 277, oraz „Prace C. L. C.", (1935), 68.

[3]) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Zuckerind. **83**, (1933), 963—1041.

W tablicy II mamy zestawione (według wyników naszych prac) stopnie dysocjacji (aktywności) roztworów wodnych $Ca(OH)_2$ i $Na\,OH$, jako stosunki stężeń jonów wodorotlenowych do ogólnego stężenia zasady.

TABLICA II.

*Stopień dysocjacji wodnych roztworów $Ca(OH)_2$ i NaOH.*

| Stężenie zasady | *pH* | Stopień dysocjacji |
|---|---|---|
| W roztworach $Ca(OH)_2$ | | |
| $Ca(OH)_2$ | | |
| 0,02 *n* | 12,23 | 0,722 |
| 0,01 *n* | 11,96 | 0,776 |
| 0,005 *n* | 11,68 | 0,815 |
| W roztworach *NaOH* | | |
| *NaOH* | | |
| 0,02 *n* | 12,34 | 0,810 |
| 0,01 *n* | 12,09 | 0,912 |

Dane tej tablicy i wykres (Rys. 14) ilustrują znany fakt, iż $Ca(OH)_2$ nawet w rozcieńczonych roztworach jest zasadą wyraźnie słabszą, aniżeli *NaOH*.

## 2. pH roztworów wapna w roztworach sacharozy.

Zbadane zostały roztwory o stężeniach: sacharozy — 0,1n, 0,2n, 0,5n, 1,0n i 2,0n i $Ca(OH)_2$—1,0n, 0,5n, 0,2n, 0,1n, 0,05n, 0,02n, 0,01n i 0,005n. Ze względu na ograniczoną rozpuszczalność wapna, nie wszystkie kombinacje tych stężeń można było otrzymać; dotyczy to słabszych roztworów sacharozy.

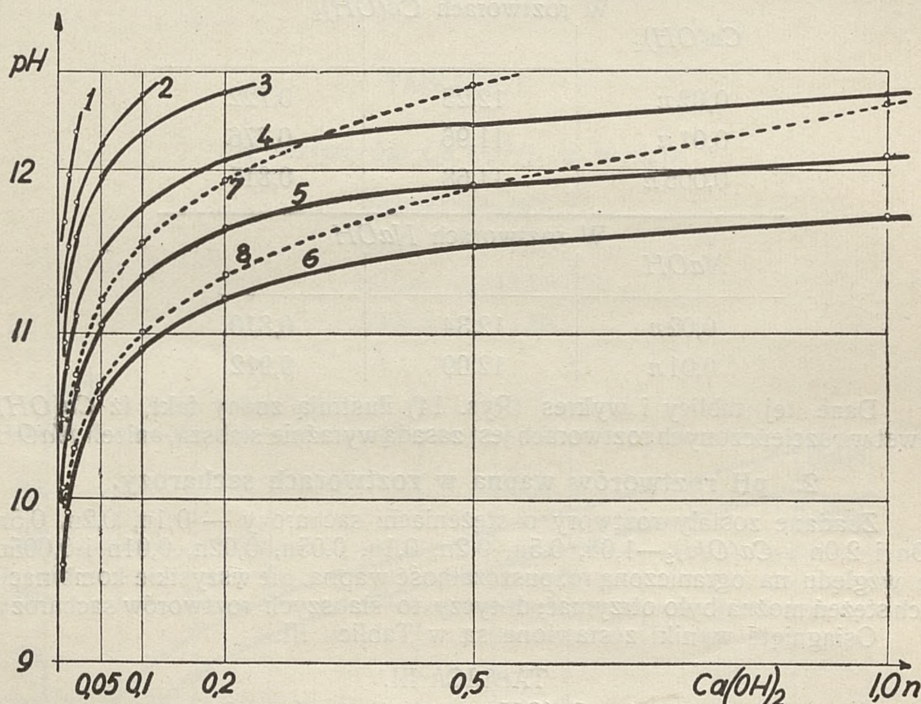
Osiągnięte wyniki zestawione są w Tablicy III.

TABLICA III.

*pH roztworów $Ca(OH)_2$ w roztworach sacharozy.*

| Stężenie $Ca(OH)_2$ | Stężenie sacharozy | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,1 *n* | 0,2 *n* | 0,5 *n* | 1,0 *n* | 2,0 *n* |
| 1,0 *n* | — | — | — | 12,46 | 12,08 | 11,71 |
| 0,5 *n* | — | — | — | 12,28 | 11,90 | 11,55 |
| 0,2 *n* | — | — | 12,47 | 12,06 | 11,65 | 11,21 |
| 0,1 *n* | — | 12,46 | 12,23 | 11,79 | 11,35 | 10,92 |
| 0,05 *n* | — | 12,16 | 11,96 | 11,49 | 11,05 | 10,60 |
| 0,02 *n* | 12,23 | 11,79 | 11,59 | 11,10 | 10,66 | 10,21 |
| 0,01 *n* | 11,96 | 11,53 | 11,27 | 10,78 | 10,36 | 9,90 |
| 0,005 *n* | 11,68 | 11,21 | 10,94 | 10,48 | 10.05 | 9,59 |

Wykres (Rys. 15) ilustruje zależność *pH* od stężenia $Ca(OH)_2$ dla roztworów sacharozy różnego stężenia. Na wykresie tym przyrysowaliśmy także parę krzywych tej samej zależności dla *Na OH* (linie kropkowane). Ogólny charakter krzywych dla $Ca(OH)_2$ jest taki sam, jak dla *Na OH*; jednakże krzywe dla $Ca(OH)_2$ idą zawsze poniżej krzywych dla *Na OH*, przy tym samym stężeniu sacharozy, t. j. przy tym samym stężeniu (równowważnikowym) zasady i sacharozy roztwory $Ca(OH)_2$ mają zawsze niższe *pH*, aniżeli roztwory *Na OH*. Różnica ta zmniejsza się w miarę spadku



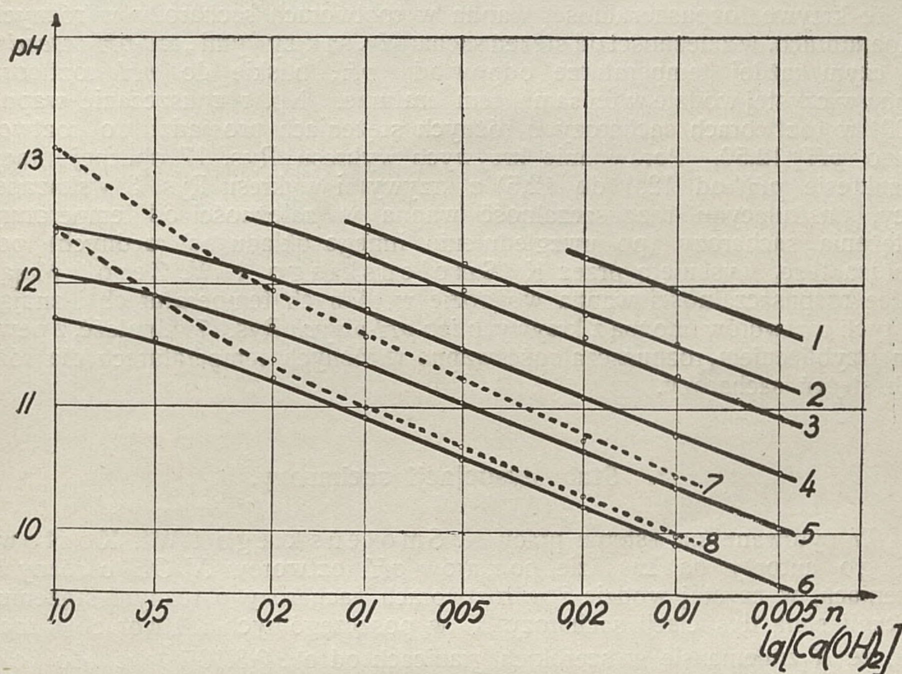

Rys. 15. Zależność *pH* od stężenia $Ca(OH)_2$ w roztworach sacharozy (Krzywa *1* — w czysto wodnym roztworze; *2* — w roztworze 0,1 *n* sacharozy; *3* — 0,2 *n* sachar.; *4* — 0,5 *n* sachar.; *5* — 1,0 *n* sach.; *6* — 2 *n* sachar.; *7* i *8* — roztwory *NaOH* w 1,0 *n* i 2,0 *n* roztw. sacharozy).

stężenia zasady, przy tym samym stężeniu sacharozy. Np. mamy przy stężeniu sacharozy 0,5n:

| Stężenie zasady | | Roztwór *Na OH*; *pH* | Roztwór $Ca(OH)_2$; *pH* | Różnica |
|---|---|---|---|---|
| 1.0n | — | 13,50; | 12,46; | 1,04 |
| 0,2n | — | 12,46; | 12,06; | 0,40 |
| 0,02n | — | 11,21; | 11,10; | 0,11 |

Źródłem tej różnicy *pH* jest, oczywiście, niższy stopień dysocjacji (aktywności) wodnych roztworów $Ca(OH)_2$ w porównaniu z *Na OH*.

Na wykresie (Rys. 16) podajemy jeszcze zależność: $pH \longrightarrow \lg c$ (stężeń zasady) czyli zależność: $-\lg[H^{\cdot}] \longrightarrow \lg$ [Me OH]. Jak widzimy z wykresu, zależność ta dla niskich stężeń zasady (aż do 0,2n) jest prostolinijna, skąd wynika, że stężenie jonów wodorotlenowych jest proporcjonalne do stężenia użytej zasady: $[OH'] = K. [Me\,OH]$. Dla wyższych stężeń zasady, 0,2n do 1,0n, mamy odchylenia od prostolinijności, inne dla $NaOH$ — $pH$ podwyższone, inne dla $Ca(OH)_2$ — $pH$ obniżone.




Rys. 16. Zależność $pH$ od logarytmów stężeń $Ca(OH)_2$. (Krzywe *1, 2, 3* i t. d. odpowiadają tym samym roztworom, jak w podpisie pod rys. 15).

Wzrost $pH$ przy dużych stężeniach roztworów $NaOH$ może znaleźć wytłumaczenie w tym fakcie, że mamy wtedy znaczne obniżenie stałej dysocjacji sacharozy w związku, prawdopodobnie, ze znacznym występowaniem dysocjacji drugiego stopnia. Obniżenie $pH$ dla dużych stężeń $Ca(OH)_2$ stoi, zapewne, w związku: 1) ze znacznie niższym $pH$ odpowiednich roztworów $Ca(OH)_2$ w porównaniu z roztworami $NaOH$ i przez to ze znacznie niższym stopniem dysocjacji (sacharozy) drugiego stopnia, i 2) ze znacznym spadkiem stopnia dysocjacji $Ca(OH)_2$ przy dużych stężeniach.

Na rys. 17 podajemy diagramat, umożliwiający znalezienie $pH$ roztworu o znanym stężeniu $Ca(OH)_2$ [oś odciętych] i sacharozy [oś rzędnych]. Mamy tu szereg *linij „izo-pH-owych"*, t. j. linij jednakowego $pH$. Dane do tego wykresu otrzymano w ten sposób, że na wykresie Rys. 15 przeprowadzono szereg linij poziomych, odpowiadających różnym $pH$ i oznaczono

punkty ich przecięcia z krzywymi zależności *pH* od stężenia $Ca(OH)_2$ dla roztworów sacharozy o różnym stężeniu.

Zastrzec się musimy, że wykres nasz nie może rościć pretensyj do zbyt wysokiego stopnia dokładności, jako że wykreślony został na zasadzie niezbyt licznych krzywych wykresu Rys. 15 i uzupełniony być musiał częściowo przez ekstrapolację.

W pracy K. Smoleńskiego i Wł. Żero p. t. „O rozpuszczalności wapna w wodzie i w roztworach sacharozy" [4]) autorzy doszli do przekonania, że krzywe rozpuszczalności wapna w roztworach sacharozy w różnych temperaturach, w zależności od stężeń sacharozy, są krzywymi „*izo-pH-owemi*", przy czym każdej temperaturze odpowiada *pH*, bliskie do *pH* roztworu wapna w czystej wodzie w tej samej temperaturze. Np. rozpuszczanie wapna w 20° w roztworach sacharozy o różnych stężeniach prowadzi do roztworów o *pH* 12,50. Porównanie krzywych wykresu Rys. 17 obecnej pracy (w zakresie *pH* od 12,0 do 12,5) z krzywymi wykresu Rys. 3 wskazanej pracy, ilustrującymi rozpuszczalność wapna w zależności od temperatury i stężenia sacharozy (po uwzględnieniu innego układu osi rzędnych) potwierdza tezę, wysuniętą przez K. Smoleńskiego i W. Żero. Mając tablicę rozpuszczalności wapna w wodzie w różnych temperaturach i znając *pH* tych roztworów, można z krzywych *izo-pH-owych* Rys. 17 odnaleźć, z pewnym przybliżeniem, rozpuszczalność wapna w różnych temperaturach dla różnych stężeń sacharozy.

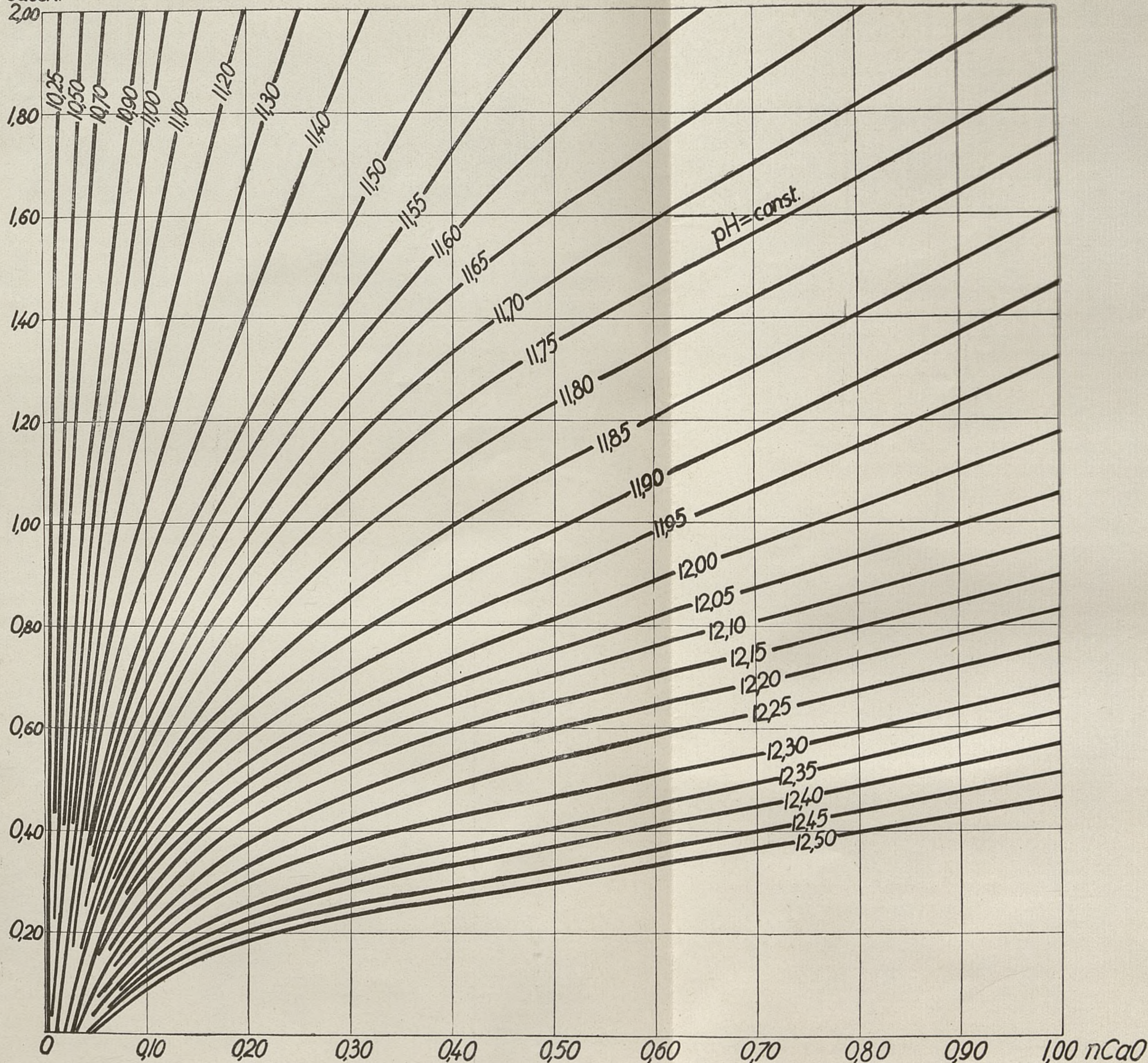
### 3. Stała dysocjacji sacharozy.

W cytowanej na wstępie pracy K. Smoleńskiego i Wł. Kozłowskiego autorzy na zasadzie pomiarów *pH* roztworów *NaOH* o różnych stężeniach, w czystej wodzie i w roztworach sacharozy o różnym stężeniu, obliczyli stałą dysocjacji sacharozy *K* w poszczególnych roztworach i znaleźli, że *K* zmienia się w szerokich granicach od ok. $0{,}3.10^{-13}$ aż do ok. $3-4.10^{-13}$. Jednakże dla roztworów o jednakowym stosunku $\beta = [NaOH] / [sacharoza]$ spółczynniki *K* są mniej więcej stałe, a stała dysocjacji wzrasta ze spadkiem stosunku β. Prowadzi to autorów do przypuszczenia, że sacharoza, jest „kwasem" wielozasadowym, a w pierwszym przybliżeniu dwuzasadowym, dla którego stała dysocjacji pierwszego stopnia $K_1 =$ ok. $3.10^{-13}$, a drugiego stopnia $K_2 =$ ok. $0{,}3.10^{-13}$. W pracy tychże autorów „O skręcalności optycznej alkalicznych roztworów sacharozy" przypuszczenie to znajduje dalsze rozwinięcie i potwierdzenie.

Było rzeczą ciekawą przekonać się, jakie wypadną wartości stałej dysocjacji z nowych pomiarów, dotyczących *pH* roztworów $Ca(OH)_2$ w roztworach sacharozy. Niestety, mała rozpuszczalność wapna w wodzie, pozwalająca na otrzymanie roztworów tylko poniżej 0,05n., pozwoliła na obliczenie stałej dysocjacji sacharozy tylko w przypadku niskich stężeń wapna: 0,02n, 0,01n i 0,005n. Tablica IV zestawia wyniki obliczeń, dla porównania przytoczone są wartości *K*, obliczone dla odpowiednich roztworów *NaOH*.

---

[4]) Bullet. de l'Acad. Polon., A., 1935, 586, Roczniki Chemji **16** (1936), 24—36, Gaz. Cukr. **77** (1935), 277, oraz „Prace C. L. C.", (1935), 68.




Rys. 17. Wykres wartości *pH* dla roztworów o różnem stężeniu $Ca(OH)_2$ i sacharozy (Krzywe izo-*pH*-owe).

TABLICA IV.

*Stałe dysocjacji sacharozy $K.10^{13}$*

| Stężenie zasady | Stężenie sacharozy 0,1 *n* | 0,2 *n* | 0,5 *n* | 1,0 *n* | 2,0 *n* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | W roztworach $Ca(OH)_2$ | | |
| $Ca(OH)_2$ | | | | | |
| 0,02 *n* | 1,27 | 1,18 | 1,69 | 2,49 | 3,52 |
| 0,01 *n* | 1,20 | 1,35 | 1,94 | 2,63 | 3,92 |
| 0,005 *n* | 1,34 | 1,58 | 2,16 | 2,80 | 4,14 |
| | | | W roztworach *NaOH* | | |
| *NaOH* | | | | | |
| 0,02 *n* | — | 1,94 | 1,99 | 2,92 | 3,82 |
| 0,01 *n* | — | 2,04 | 2,23 | 2,97 | 4,86 |

Z zestawienia widzimy, że stałe dysocjacji sacharozy, obliczone z roztworów $Ca(OH)_2$, są zbliżone do tych, jakie otrzymano dawniej dla odpowiadających im roztworów *NaOH*, ale nieco niższe; podobnie, jak dla roztworów *NaOH*, stała *K* wzrasta ze wzrostem stężenia sacharozy i ze spadkiem stężenia zasady. Nie znajdujemy więc w nowym materiale doświadczalnym nic, co by przeczyło przypuszczeniu, wypowiedzianemu przez K. Smoleńskiego i Wł. Kozłowskiego o dwóch stopniach dysocjacji sacharozy.

---

## STRESZCZENIE.

Autorzy podają wyniki pomiarów *pH* roztworów $Ca(OH)_2$: w czystej wodzie i w roztworach sacharozy o różnym stężeniu.

Do pracy dołączony jest grafik *linij „izo-p*H*-owych“*, pozwalający odnaleźć *pH* roztworów $Ca(OH)_2$ w roztworach sacharozy dla różnych stężeń jednej i drugiej substancji.

Wyniki pomiarów potwierdzają wypowiedziane dawniej przez jednego z autorów mniemanie, iż sacharoza w alkalicznych roztworach zachowuje się, jak niezmiernie słaby kwas dwuzasadowy, dla którego stała dysocjacji pierwszego stopnia wynosi $K_1 =$ ok. $3,0.10^{-13}$, a drugiego stopnia $K_2 =$ ok. $3,0.10^{-14}$.

---

# Le pH des solutions de chaux dans l'eau et dans des solutions de saccharose.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI et l'Ingénieur ST. POREJKO.

## Résumé.

*Les auteurs présentent les résultats de leurs mesures du pH des solutions de* $Ca(OH)_2$ *dans l'eau pure et dans des solutions de saccharose de différentes concentrations. Le travail contient un graphique des courbes „iso-pH-iques" qui permet de trouver le pH des solutions de* $Ca(OH)_2$ *dans des solutions de saccharose pour différentes concentrations des deux substances. Les résultats des mesures confirment la supposition avancée antérieurement par l'un des auteurs, que dans des solutions alcalines le saccharose joue le rôle d'un acide dibasique très faible dont la constante de la première dissociation* $K_1 =$ *environ* $3{,}0 \times 10^{-13}$*, celle de la deuxième* $K_2 =$ *environ* $3{,}0 \times 10^{-14}$.

VI.

Prof. K. SMOLEŃSKI i inż. WŁ. KOZŁOWSKI

# Skręcalność optyczna alkalicznych roztworów sacharozy.*)

Od dawna już był znany i przez wielu autorów odnotowany ten fakt, że dodanie alkaliów do wodnych roztworów sacharozy wyraźnie obniża jej skręcalność właściwą[1]). Brakowało jednak systematycznych pomiarów obniżenia skręcalności w zależności od stężeń sacharozy i alkaliów oraz dostatecznie uzasadnionego wytłumaczenia zjawiska. Zajmując się od pewnego czasu badaniem alkalicznych roztworów sacharozy z punktu widzenia powstawania t. zw. „cukrzanów", t. j. soli sacharozy np. z *NaOH*, udowodniliśmy w jednej z poprzednich prac[2]), na zasadzie pomiarów *pH* alkalicznych roztworów *sacharozy*, że sacharozę można uważać za niezmiernie słaby *wielozasadowy kwas*, który w pierwszym przybliżeniu wolno traktować, jako *kwas dwuzasadowy*, dla którego $K_1 =$ ok. $3 - 4 . 10^{-13}$, a $K_2 =$ ok. $3 . 10^{-14}$. Obniżenie skręcalności sacharozy pod wpływem dodatku *NaOH* skłonniśmy byli tłumaczyć powstawaniem cukrzanów, przypisując jonom sacharozy niższą skręcalność, aniżeli jej cząsteczkom.

---

*) Gaz. Cukr. 78, (1936), 255.

[1]) E. O. v. Lippmann, Chemie der Zuckerarten, 1904 r. str. 1182; Th. Thomsen, Ber. (1881), 1647.

[2]) Prof. K. Smoleński i inż. W. Kozłowski. Obniżające działanie sacharozy na *pH* alkalicznych roztworów. Komunikat przedstawiony na III Kongresie Międzynar. Technologji i Chemji Przemysłów Rolnych, Paryż 1934, Bull. de l'Acadèmie Polonaise des Sciences et des Lettres 1934. Bull. de l'Assoc. des Chimistes de Sucrerie 52 (1935), 505. Gazeta Cukrownicza 74 (1934), 206. Prace Centr. Lab. Cukrown. w roku 1934, str. 133.

*Wykonanie pomiarów.* Do pomiarów stosowaliśmy b. czystą sacharozę i b. czysty ług sodowy, oczyszczony metodą Soerensen'a. Skręcalność oznaczaliśmy precyzyjnym polarymetrem kołowym Lippich'a, stosując światło sodowe (lampa sodowa elektryczna Zeiss'a), ściśle w temperaturze 20°.

Oznaczenia wykonano dla stężeń sacharozy: 0,1 *n*, 0,2 *n*, 0,5 *n*, 1,0 *n* i 2,0 *n* oraz dla stężeń *NaOH*: 0,02 *n*, 0,05 *n*, 0,1 *n*, 0,25 *n*, 0,5 *n* i 1,0 *n*. Oznaczono też dokładnie *skręcalność czysto wodnych roztworów sacharozy* o tych samych stężeniach.

Dla tych ostatnich roztworów otrzymaliśmy następujące skręcalności właściwe $[\alpha]_D^{20^\circ}$:

*Roztwór sacharozy w wodzie*: 0,1 *n*; 0,2 *n*; 0,5 *n*; 1,0 *n*; 2,0 *n*.

$[\alpha]_D^{20^\circ} = 65^\circ{,}89;\ 66^\circ{,}04;\ 66^\circ{,}39;\ 66^\circ{,}37;\ 65^\circ{,}83.$

Wyniki te różnią się nieco, dla słabszych roztworów, od obliczonych ze wzoru Landolt'a[3]).

Wyniki pomiarów dla *alkalicznych roztworów* zestawione są w tablicy I i na wykresie Rys. 18.

Obniżenie skręcalności, przy tym samym stężeniu sacharozy, wzrasta ze wzrostem stężenia *NaOH*, a przy tym samym stężeniu *NaOH*, spada ze wzrostem stężenia sacharozy. Taki charakter zjawiska zdawał się potwierdzać hipotezę, iż obniżenie skręcalności powodowane jest powstawaniem cukrzanów.

Przystąpiliśmy wtedy do ściślejszego zbadania *zależności między skręcalnością a stopniem dysocjacji sacharozy*. Zakładając, zgodnie z ogólną teorią, że w mieszaninach sacharozy (bardzo słabego kwasu) i cukrzanu (soli tego kwasu) o jednakowym *pH* sacharoza posiada ten sam stopień dysocjacji $\gamma$, niezależnie od stężenia, zrobiliśmy wykres Rys. 19, który na osi odciętych podaje *pH* roztworów, a na osi rzędnych skręcalności, wyrażone, jak i wszędzie w dalszym ciągu pracy, jako $[\alpha]_M$ — skręcalności molowe. Dane o *pH* roztworów sacharozy $+$ *NaOH* zapożyczone są ze wspomnianej już naszej poprzedniej pracy.

Jak widzimy z rysunku, wszystkie znalezione przez nas dane ułożyły się dość dobrze na jednej wspólnej krzywej, co pozwala na stwierdzenie, iż *skręcalność alkalicznych roztworów sacharozy zależy tylko od pH roztworu.*

Zakładając, jak wyżej, że jony sacharozy ($S^1$) mają inną skręcalność $[\alpha_1]$, aniżeli cząsteczki niezdysocjowane ($S$) — $[\alpha]$, i oznaczając stopień dysocjacji sacharozy przez $\gamma$, znajdujemy:

$$[\alpha]_M = [\alpha]\,\rho + [\alpha_1]\,\gamma \quad . \; . \; . \quad (1),$$

gdzie: $\rho = 1 - \gamma$ oznacza niezdysocjowaną część sacharozy.

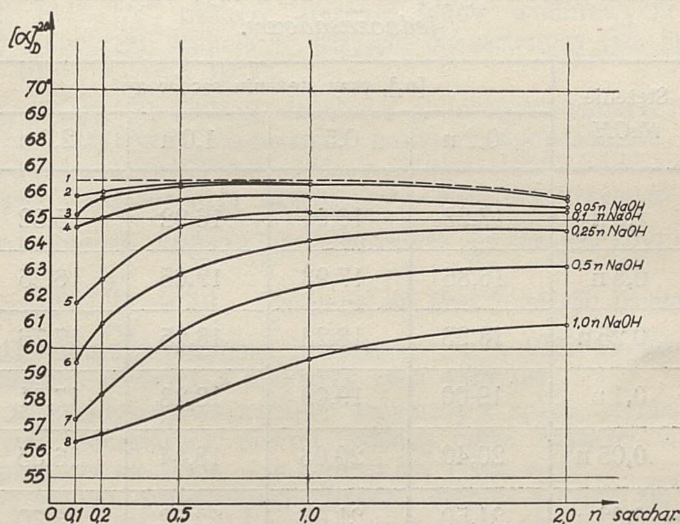
---

[3]) Landolt, Das optische Drehungsvermögen, 1898 r., str. 421.

## TABLICA I.

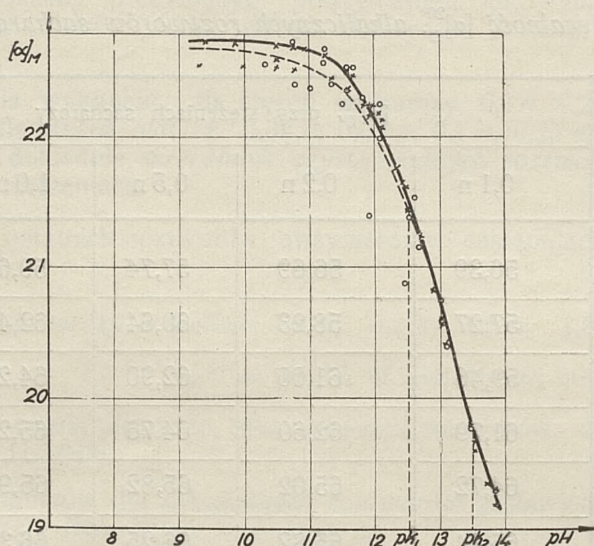
*Skręcalność* $[\alpha]_D^{20^\circ}$ *alkalicznych roztworów sacharozy.*

| Stężenie *NaOH* | $[\alpha]_D^{20^\circ}$ przy stężeniach sacharozy 0,1 n | 0,2 n | 0,5 n | 1,0 n | 2,0 n |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,0 n | 56,39 | 56,69 | 57,74 | 59,62 | 61,00 |
| 0,5 n | 57,27 | 58,23 | 60,64 | 62,46 | 63,25 |
| 0,25 n | 59,46 | 61,00 | 62,90 | 64,22 | 64,65 |
| 0,1 n | 61,79 | 62,60 | 64,76 | 65,29 | 65,36 |
| 0,05 n | 64,72 | 65,02 | 65,82 | 65,92 | 65,46 |
| 0,02 n | 65,14 | 65,82 | 66,25 | 66,37 | 65,87 |
| 0 | 65,89 | 66,04 | 66,39 | 66,37 | 65,83 |




Rys. 18. Zależność skręcalności właściwej $[\alpha]_D^{20^\circ}$ sacharozy od stężenia *NaOH* i sacharozy w roztworze.

Spółczynniki dysocjacji sacharozy $\gamma$ obliczyliśmy, korzystając z danych naszej poprzedniej pracy, według *pH*: czysto wodnych roztworów *NaOH* i roztworów, zawierających sacharozę, przyjmując narazie sacharozę za kwas




Rys. 19. Zależność skręcalności molowej $[\alpha]_M$ sacharozy od *pH*. (*o* — skręcalności oznaczone, *x* — obliczone).

## TABLICA II.

*Skręcalność molowa* $[\alpha_1]$ *jonów sacharozy, uważanej za kwas jednozasadowy.*

| Stężenie *NaOH* | $[\alpha_1]$, przy stężeniu sacharozy | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0,2 n | 0,5 n | 1,0 n | 2,0 n |
| 1,0 n | 17,23 | 16,94 | 16,92 | 15,52 |
| 0,5 n | 16,86 | 17,93 | 17,65 | 16,25 |
| 0,25 n | 18,23 | 18,23 | 18,25 | 17,76 |
| 0,1 n | 19,00 | 19,09 | 18,28 | 17,81 |
| 0,05 n | 20,40 | 20,08 | 18,84 | 16,35 |
| 0,02 n | 21,50 | 21,05 | 22,72 | 23,70 |

jednozasadowy. Nie przytaczając tu względnie łatwych do wykonania obliczeń stopnia dysocjacji $\gamma$, podajemy w tablicy II skręcalności molowe $[\alpha_1]$ jonów sacharozy, obliczone ze wzoru (1).

Skręcalności $[\alpha_1]$, znalezione w ten sposób dla różnych stężeń sacharozy i *NaOH*, różnią się znacznie między sobą, wahając się od 15,52 do 23,70. Można tu zresztą wykryć pewną prawidłowość, np. $[\alpha_1]$ przy tym samym stężeniu sacharozy wzrasta ze spadkiem stężenia *NaOH*.

W tym stanie rzeczy wykonaliśmy dalsze obliczenia, przyjmując, zgodnie z rozumowaniami, przytoczonymi w poprzedniej naszej pracy, że *sacharoza jest kwasem dwuzasadowym*, dla którego stała pierwszego stopnia dysocjacji $K_1 = 3 \cdot 10^{-13}$, a drugiego stopnia $K_2 = 3 \cdot 10^{-14}$. Jeżeli oznaczymy skręcalność jonów pierwszego stopnia ($S'$) przez $[\alpha_1]$, drugiego stopnia ($S''$) przez $[\alpha_2]$, oraz stopień dysocjacji pierwszego stopnia przez $\gamma_1$, drugiego stopnia przez $\gamma_2$ i przez $\rho = 1 - (\gamma_1 + \gamma_2)$ — niezdysocjowaną część sacharozy, to zamiast wzoru (1) będziemy mieli następujący:

$$[\alpha]_M = [\alpha]\rho + [\alpha_1]\gamma_1 + [\alpha_2]\gamma_2 \quad . \quad . \quad (2)$$

Wartości $\gamma_1$, $\gamma_2$ i $\rho$ obliczone zostały według następujących wzorów, wyprowadzonych przez Michaelis'a[4]) dla dwuzasadowych kwasów:

$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{H}{K_1} + \frac{K_2}{H}} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{1 + \frac{H}{K_2} + \frac{H^2}{K_1 \cdot K_2}} \quad . \quad (4)$$

$$\rho = \frac{1}{1 + \frac{K_1}{H} + \frac{K_1 \cdot K_2}{H^2}} \quad . \quad (5)$$

w których $H = [H^{\cdot}]$ oznacza stężenie jonów wodorowych; $K_1$ — stałą dysocjacji pierwszego stopnia — przyjęto dla sacharozy (jak już wspomniano) $= 3 \cdot 10^{-13}$, $K_2 = 3 \cdot 10^{-14}$.

Wykres Rys. 20 ilustruje *zależność* obliczonych teoretycznie $\gamma_1$, $\gamma_2$ i $\rho$ *od pH*. Na krzywych zaznaczono punkty, odpowiadające znalezionym (w poprzedniej pracy) *pH* roztworów o różnem stężeniu sacharozy i *NaOH*.

Krzywe wykresu mają ogólny bieg, właściwy krzywym tego rodzaju dla dwuzasadowych kwasów, o ile stosunek $\frac{K_1}{K_2}$ nie jest zbyt wysoki; w naszym przypadku $\frac{K_1}{K_2} = 10$. (Porównaj np. Rys. 7, str. 50 dzieła L. Michaelis'a „Die Wasserstoffionenkonzentration", t. I, 1922 r.). Zgodnie z ogólnymi zasadami, możemy z krzywych tych odczytać:

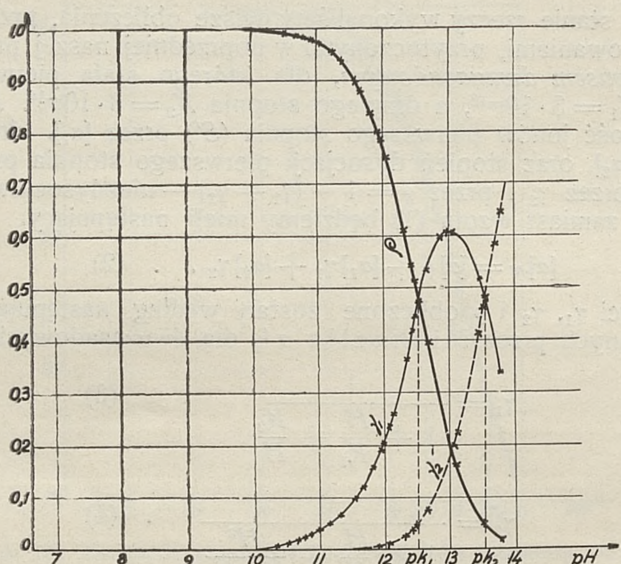
1) że niezdysocjowana część sacharozy $\rho$ spada stopniowo w miarę wzrostu *pH*, początkowo powoli, później coraz szybciej, w końcu znów wolniej; przy *pH* ok. 13.0 — $\rho$ wynosi już tylko 0,18;

2) że stopień dysocjacji pierwszego stopnia $\gamma_1$ staje się wyraźniejszy dopiero powyżej $pH = 10$ i stopniowo wzrasta, dochodząc przy $pH =$ ok. 13,0 do maximum = ok. 0,61, po czym — przy dalszym wzroście *pH* — stopniowo spada;

---

[4]) L. Michaelis, Wasserstoffionenkonzentration, I, str. 48.

3) że stopień dysocjacji drugiego stopnia $\gamma_2$ uwyraźnia się dopiero powyżej $pH = 12{,}0$ i szybko wzrasta, tak iż przy $pH$ powyżej 13,5 $\gamma_2$ przewyższa coraz bardziej $\gamma_1$.




Rys. 20. Stopnie dysocjacji sacharozy w zależności od $pH$
($\gamma_1$ — pierwszy stopień dysocjacji,
$\gamma_2$ — drugi stopień,
$\rho$ — niezdysocjowana część).

W biegu krzywych godne są specjalnego odnotowania trzy *charakterystyczne punkty*:

1) zaznaczone już wyżej maximum wartości $\gamma_1$; ze wzoru (3) można zwykłym matematycznym sposobem znaleźć, iż $\gamma_1$ dochodzi do maximum przy pewnym $pH$, kiedy

$$H = \sqrt{K_1 \cdot K_2},$$

$$\text{t. j. przy} \quad pH = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$$

$pK_1$ i $pK_2$ oznaczają wzięte z odwrotnym znakiem logarytmy stałych dysogacji $K_1$ i $K_2$, w naszym przypadku $3 \cdot 10^{-13}$ i $3 \cdot 10^{-14}$, skąd: $pK_1 = 12{,}53$ i $pK_2 = 13{,}53$, zaś $pH$, któremu odpowiada maximum stopnia dysocjacji pierwszego stopnia, równa się 13,03.

Z wykresu widzimy, że dwa z badanych przez nas roztworów mają $pH$, mało różniące się od 13,03; są to roztwory 0,5 *n.* $NaOH$ w 0,5 *n.* sacharozie i 1,0 *n.* $NaOH$ w 1,0 *n.* sacharozie, a więc roztwory, zawierające 1 równoważnik $NaOH$ na 1 mol sacharozy czyli roztwory cukrzanu jednosodowego. W takich więc roztworach mamy najwyższy stopień dysocjacji pierwszego stopnia (ok. 0,60), dysocjacja drugiego stopnia stanowi w tych roztworach ok. 0,19.

2) Dwa punkty, odpowiadające $pH$ równym $pK_1$ i $pK_2$, a więc 12,53 i 13,53. Z wykresu widzimy, że pierwszemu z tych $pH$ odpowiada punkt przecięcia się krzywej wartości $\rho$ i $\gamma_1$, t. j. punkt, w którym $\rho = \gamma_1$; drugiemu z tych $pH$ (13,53) odpowiada punkt, w którym następuje przecięcie się krzywej wartości $\gamma_1$ i $\gamma_2$, t. j. punkt, w którym $\gamma_1 = \gamma_2$.

Nie trudno jest udowodnić, że tak właśnie zawsze być musi, a prócz tego że wartość $\gamma_1$ w obydwóch wskazanych punktach winny być równe sobie, co też widać z wykresu.

Jeżeli $pH = pK_1$, czyli $H = K_1$ to (wzór 3 i 5):

$$\left.\begin{aligned} \gamma_1 &= \frac{1}{1+1+\dfrac{K_2}{K_1}} = \frac{1}{2+\dfrac{K_2}{K_1}} \\ \rho &= \frac{1}{1+1+\dfrac{K_1\cdot K_2}{K_1^2}} = \frac{1}{2+\dfrac{K_2}{K_1}} \end{aligned}\right\} \gamma_1 = \rho$$

Jeżeli zaś $pH = pK_2$, czyli $H = K_2$, to (wzór 3 i 4):

$$\left.\begin{aligned} \gamma_1 &= \frac{1}{1+\dfrac{K_2}{K_1}+1} = \frac{1}{2+\dfrac{K_2}{K_1}} \\ \gamma_2 &= \frac{1}{1+1+\dfrac{K_2^2}{K_1\cdot K_2}} = \frac{1}{2+\dfrac{K_2}{K_1}} \end{aligned}\right\} \gamma_1 = \gamma_2.$$

Prócz tego mamy, że $\gamma_1$ przy $pH = pK_1$ ma tę samą wartość, co $\gamma_1$, pızy $pH = pK_2$.

W naszym przypadku wartość ta wynosi:

$$\gamma_1 = \frac{1}{2+0{,}1} = 0{,}475$$

co można też odczytać z wykresu.

Te specjalne właściwości punktów, odpowiadających $pK_1$ i $pK_2$, pozwolą nam wyrazić skręcalności: $[\alpha_1]$ jonów jednowartościowych ($S^1$) i $[\alpha_2]$ jonów dwuwartościowych ($S''$), jako funkcje skręcalności $[\alpha]$ cząsteczek sacharozy ($S$).

W tym celu z wykresu rys. 19 odczytujemy skręcalności molowe $[\alpha]_M$, odpowiadające $pK_1$ i $pK_2$; znajdujemy $[\alpha]'_M = 21{,}44$ i $[\alpha]''_M = 19{,}68$.

Układamy teraz, w myśl wzoru (2) równania dla $pK_1$ i $pK_2$:

$$[\alpha]'_M = 0{,}475[\alpha] + 0{,}475[\alpha_1] + 0{,}050[\alpha_2] = 21{,}44$$
$$[\alpha]''_M = 0{,}050[\alpha] + 0{,}475[\alpha_1] + 0{,}475[\alpha_2] = 19{,}68.$$

Przez zwykłe algebraiczne działania znajdujemy teraz

$$[\alpha_1] = \frac{21{,}66 - 0{,}525[\alpha]}{0{,}475} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

$$[\alpha_2] = [\alpha] - 4{,}24. \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

Wzory te dają nam *teoretycznie* obliczone wartości dla skręcalności $[\alpha_1]$ i $[\alpha_2]$ jedno- i dwu-wartościowych jonów sacharozy, jako funkcje skrę-

calności $[\alpha]$ niezdysocjowanych cząsteczek. Gdyby skręcalność cząsteczek sacharozy, w czysto wodnym roztworze, była wielkością stałą, niezależną od stężenia, mielibyśmy również stałe wielkości $[\alpha_1]$ i $[\alpha]_2$. Uwzględniając zaś rzeczywiste skręcalności sacharozy w zależności od stężenia, znajdujemy następujące skręcalności jonów $[\alpha_1]$ i $[\alpha_2]$ dla różnych stężeń sacharozy.
Pozostaje nam teraz, według podstawowego wzoru (2), do którego

TABLICA III.

*Skręcalność molowa $[\alpha]$ cząsteczek sacharozy, $[\alpha_1]$ — jonów jednowartościowych i $[\alpha_2]$ — jonów dwuwartościowych.*

| Stężenie sacharozy | $[\alpha]$ | $[\alpha_1]$ | $[\alpha_2]$ |
|---|---|---|---|
| 0,1 n | 22,55 | 20,67 | 18,31 |
| 0,2 n | 22,60 | 20,62 | 18,36 |
| 0,5 n | 22,72 | 20,49 | 18,48 |
| 1,0 n | 22,72 | 20,49 | 18,48 |
| 2,0 n | 22,54 | 20,69 | 18,30 |

TABLICA IV.

*0,5 n. roztwór sacharozy; $[\alpha]$ = 22,72.*

| *pH* | Stężenie *NaOH* | $[H].10^{14}$ | $\gamma_1$ | $\gamma_2$ | $\rho$ | $[\alpha]_M$ Znalezione | $[\alpha]_M$ Obliczone | $\Delta[\alpha]_M$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13,50 | 1,0n | 3,16 | 0,487 | 0,463 | 0,050 | 19,76 | 19,68 | +0,08 |
| 13,04 | 0,5n | 9,12 | 0,612 | 0,201 | 0,187 | 20,75 | 20,56 | +0,19 |
| 12,60 | 0,25n | 25,12 | 0,525 | 0,067 | 0,408 | 21,53 | 21,33 | +0,20 |
| 12,46 | 0,2n | 34,67 | 0,446 | 0,039 | 0,515 | — | 21,62 | — |
| 12,03 | 0,1n | 93,32 | 0,241 | 0,0078 | 0,7512 | 22,16 | 22,18 | —0,02 |
| 11,65 | 0,05n | 223,9 | 0,118 | 0,0016 | 0,8804 | 22,52 | 22,46 | +0,06 |
| 11,21 | 0,02n | 616,6 | 0,0464 | 0,00023 | 0,9533 | 22,67 | 22,62 | +0,05 |
| 10,89 | 0,01n | 1288,0 | 0,0227 | — | 0,9773 | — | 22,67 | — |
| 9,82 | 0,001n | 15140,0 | 0,0020 | — | 0,998 | — | 22,72 | — |

# TABLICA V.

$[\alpha]_M$ *obliczone teoretycznie i znalezione eksperymentalnie.*

| Stężenie NaOH | pH | $[\alpha]_M$ | | $\Delta [\alpha]_M$ |
|---|---|---|---|---|
| | | znalezione | obliczone | |
| *0,1 n. roztwór sacharozy* | | | | |
| 1,0 n | 13,80 | 19,30 | 19,18 | + 0,12 |
| 0,5 n | 13,50 | 19,60 | 19,68 | — 0,08 |
| 0,25 | — | 20,35 | — | — |
| 0,2 | — | — | — | — |
| 0,1 | 12,65 | 21,15 | 21,25 | — 0,10 |
| 0,05 | 12,30 | 22,15 | 21,77 | + 0,38 |
| 0,02 | 11,80 | 22,30 | 22,24 | + 0,06 |
| *0,5 n. roztwór sacharozy* | | | | |
| 1,0 n | 13,50 | 19,76 | 19,68 | + 0,08 |
| 0,5 | 13,04 | 20,75 | 20,56 | + 0,19 |
| 0,25 | 12,60 | 21,53 | 21,33 | + 0,20 |
| 0,2 | 12,46 | — | 21,62 | — |
| 0,1 | 12,03 | 22,16 | 22,18 | — 0,02 |
| 0,05 | 12,65 | 22,52 | 22,46 | + 0,06 |
| 0,02 | 11,21 | 22,67 | 22,62 | + 0,05 |
| 0,01 | 10,89 | — | 22,67 | — |
| 0,001 | 9,82 | — | 22,72 | — |
| *2,0 n roztwór sacharozy* | | | | |
| 1,0 n | 12,41 | 20,88 | 21,64 | — 0,74 |
| 0,5 | 11,90 | 21,40 | 22,16 | — 0,76 |
| 0,25 | 11,50 | 22,25 | 22,37 | — 0,12 |
| 0,2 | 11,36 | — | 22,42 | — |
| 0,1 | 11,01 | 22,37 | 22,49 | — 0,12 |
| 0,05 | 10,68 | 22,41 | 22,51 | — 0,10 |
| *2,0 n roztwór sacharozy (d. c.)* | | | | |
| 0,02 | 10,30 | 22,55 | 22,53 | + 0,02 |
| 0,01 | 9,97 | — | 22,54 | — |
| 0,001 | 9,24 | — | 22,54 | — |
| *0,2 n roztwór sacharozy* | | | | |
| 1,0 n | 13,70 | 19,38 | 19,35 | + 0,03 |
| 0,5 | 13,42 | 19,93 | 19,80 | + 0,13 |
| 0,25 | 13,02 | 20,88 | 20,61 | + 0,27 |
| 0,2 | 12,88 | — | 20,83 | — |
| 0,1 | 12,43 | 21,43 | 20,60 | — 0,17 |
| 0,05 | 12,06 | 22,25 | 22,06 | + 0,19 |
| 0,02 | 11,57 | 22,53 | 22,36 | + 0,17 |
| 0,01 | 11,29 | — | 22,44 | — |
| 0,001 | 10,44 | — | 22,58 | — |
| *1,0 n roztwór sacharozy* | | | | |
| 1,0 n | 13,09 | 20,40 | 20,41 | — 0,01 |
| 0,5 | 12,53 | 21,38 | 21,44 | — 0,06 |
| 0,25 | 12,08 | 21,98 | 22,13 | — 0,15 |
| 0,2 | 11,94 | — | 22,24 | — |
| 0,1 | 11,56 | 22,35 | 22,50 | — 0,15 |
| 0,05 | 11,21 | 22,56 | 22,61 | — 0,05 |
| 0,02 | 10,74 | 22,72 | 22,68 | + 0,04 |
| 0,01 | 10,48 | — | 22,70 | — |
| 0,001 | 9,39 | — | 22,72 | — |

wstawiamy odpowiednie wartości: $[\alpha]$, $[\alpha_1]$, $[\alpha_2]$, $\rho$, $\gamma_1$ i $\gamma_2$, obliczyć *teoretyczną skręcalność zbadanych roztworów* i porównać ją z doświadczalnie znalezioną. Dla przykładu podajemy w całości jedną z tablic, zawierającą wszystkie potrzebne do obliczeń dane, dla stężenia sacharozy 0,5*n* [Tablica IV] oraz skróconą tablicę ogólną V, podającą obliczone i doświadczalnie znalezione wartości $[\alpha]_M$ dla wszystkich zbadanych roztworów.

Według danych tablicy V przyrysowana została na wykresie Rys. 19 teoretyczna krzywa zależności skręcalności $[\alpha]_M$ alkalicznych roztworów sacharozy od *pH;* bieg jej niewiele się różni od krzywej wypośrodkowanej z danych eksperymentalnych.

W tablicy V możemy odczytać, że odchylenia $\Delta[\alpha]_M$ doświadczalnie znalezionych $[\alpha]_M$ od obliczonych nie przekraczają w większości przypadków 0,°10 czyli $\pm$ 0,5%; znacznie większe odchylenie, ok. 3,5%, mamy tylko w bardzo stężonych roztworach sacharozy (2,0*n*) i *NaOH* (1,0*n* i 0,5*n*.) Uwzględniając, że obliczenia nasze oparte są częściowo na pomiarach, niezależnych od pomiarów skręcalności, mianowicie na pomiarach *pH* czysto wodnych roztworów *NaOH* i roztworów *NaOH* w roztworach sacharozy, że stałe dysocjacji sacharozy pierwszego i drugiego stopnia mogły być, na zasadzie tych pomiarów, wyznaczone tylko w przybliżeniu i z przyjęciem pewnych uproszczonych zasad (np. o całkowitej dysocjacji cukrzanu sodowego na jony), — możemy uznać, że zgodność teoretycznych obliczeń z danemi doświadczeń jest zupełnie wystarczająca. Pozwala to nam na twierdzenie, że hipoteza, przyjęta przez nas dla wytłumaczenia obniżenia skręcalności sacharozy w alkalicznych roztworach, znajduje dostateczne poparcie doświadczalne. Powtarzamy, że według hipotezy naszej *obniżenie skręcalności należy tłumaczyć częściową dysocjacją sacharozy w alkalicznych roztworach na jedno- i dwuwartościowe jony, posiadające skręcalność niższą niż niezdysocjowane cząsteczki.* Doświadczalnie znajdujemy, iż skręcalność molowa jonów jednowartościowych $[\alpha_1]$ wynosi przeciętnie ok. 20,°6, jonów dwuwartościowych — $[\alpha_2]$ ok. 18,°4, podczas kiedy $[\alpha]_M$ niezdysocjowanych cząsteczek = ok. 22,°6.

We wskazanej dostatecznej zgodności teorii z doświadczeniem widzimy też argument, przemawiający za tym, iż wyznaczone przez nas stałe dysocjacji sacharozy pierwszego i drugiego stopnia: $K_1 = 3{,}0.\ 10^{-13}$ i $K_2 = 3.10^{-14}$ są bliskie wartości realnych[5]).

Na zakończenie należy wspomnieć, iż Liquier[6]) oraz Veillinger[7]) przyjęli (1925—1926 r.) analogiczną do naszej hipotezę dla wytłumaczenia zmiennej skręcalności pewnych związków organicznych (asparaginy, glukozaminy, kwasu asparaginowego i inn.) w zależności od *pH.*

---

## STRESZCZENIE.

W celu dokładniejszego poznania i wytłumaczenia znanego oddawna faktu obniżenia skręcalności sacharozy w alkalicznych roztworach autorzy wykonali oznaczenia $[\alpha]_D^{20°}$ dla czysto wodnych roztworów sacharozy ($c$=0,1 *n*, 0,2 *n*, 0,5 *n*, 1,0 *n* i 2,0 *n*) oraz dla roztworów sacharozy o tych samych stężeniach, zawierających *NaOH* ($c$ = 0,02 *n*, 0,05 *n*, 0,1 *n*, 0,25 *n*, 0,5 *n*

---

[5]) Z innych rozważań i obliczeń wynika, że spółczynniki $K_1$ i $K_2$ są prawdopodobnie niższe od przyjętych przez nas; do kwestii tej wrócimy w jednej z następnych prac. *K. S.*

[6]) Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences, t. **180** (1925), 1917;

[7]) ibidem, t. **182** (1925), 1625; Archives de physique biolog., **5** (1926), 37 i 31.

i 1,0 *n*). Zależność skręcalności molowej sacharozy $[\alpha]_M$ od *pH* roztworu dla wszystkich zbadanych roztworów, niezależnie od stężeń sacharozy i *NaOH*, dała się wyrazić jedną wspólną krzywą, skąd wniosek, że skręcalność alkalicznych roztworów sacharozy zależy tylko od *pH*. Dla wytłumaczenia zjawiska obniżenia skręcalności sacharozy w alkalicznych roztworach autorzy zrobili przypuszczenie, iż w roztworach tych sacharoza, tworząc sól sodową, ulega częściowej dysocjacji, przyczem powstające jony sacharozy mają niższą skręcalność aniżeli niezdysocjowane jej cząsteczki. Zgodnie z wynikami dawniejszej swej pracy, dotyczącej *pH* alkalicznych roztworów sacharozy, autorzy uważają sacharozę za kwas dwuzasadowy, dla którego stała dysocjacji pierwszego stopnia $K_1 = 3.10^{-13}$, a drugiego stopnia $K_2 = 3.10^{-14}$. Skręcalność każdego alkalicznego roztworu sacharozy można wtedy wyrazić wzorem:

$$[\alpha]_M = [\alpha]\,\rho + [\alpha_1]\,\gamma_1 + [\alpha_2]\,\gamma_2 \quad . \; . \; . \; (1)$$

w którym $[\alpha]$, $[\alpha_1]$ i $[\alpha_2]$ oznaczają skręcalność: niezdysocjowanych cząsteczek sacharozy, jednowartościowych i dwuwartościowych jej jonów, $\gamma_1$ i $\gamma_2$ — stopień dysocjacji pierwszego i drugiego rodzaju, $\rho$—niezdysocjowaną część sacharozy. Stopnie dysocjacji $\gamma_1$ i $\gamma_2$ w zależności od *pH* obliczono według znanych wzorów dla kwasów dwuzasadowych, jako funkcje *pH*, $K_1$ i $K_2$. Dla skręcalności jonów sacharozy $[\alpha_1]$ i $[\alpha_2]$, korzystając z pewnych właściwości dwóch charakterystycznych punktów krzywej zależności $\gamma_1$ od *pH* ($pH = pK_1$ i $pH = pK_2$) oraz z oznaczonej eksperymentalnie skręcalności $[\alpha]_M$, odpowiadającej tym punktom, – wyprowadzono zależność od $[\alpha]$:

$$[\alpha_1] = \frac{21{,}66 - 0{,}525\,[\alpha]}{0{,}475}$$

$$[\alpha_2] = [\alpha] - 4{,}24.$$

Mając wreszcie dla każdego roztworu $[\alpha]$, $[\alpha_1]$, $[\alpha_2]$, $\rho$, $\gamma_1$ i $\gamma_2$ obliczono ze wzoru (1) teoretyczną wartość $[\alpha]_M$. Obliczone wartości $[\alpha]_M$ dla wszystkich zbadanych roztworów dobrze zgadzają się ze znalezionymi eksperymentalnie, w czem autorzy widzą potwierdzenie wysuniętej przez nich hipotezy, tłumaczącej obniżenie skręcalności sacharozy w alkalicznych roztworach niższą skręcalnością powstających jonów sacharozy.

---

## Pouvoir rotatoire des solutions alcalines de saccharose.

par le Professeur K. SMOLEŃSKI et l'Ingénieur WŁ. KOZŁOWSKI

*Résumé.*

*Afin d'approfondir et d'expliquer plus exactement le fait connu depuis longtemps de l'abaissement du pouvoir rotatoire du saccharose dans des solutions alcalines, les auteurs ont exécuté des mesures de* $[\alpha]_D^{20^\circ}$ *pour des solutions aqueuses pures de saccharose (c=0,1 n, 0,2 n, 0,5 n, 1,0 n et 2,0 n), ainsi que pour des solutions de saccharose aux mêmes concentrations contenant du NaOH (c=0,02 n, 0,05 n, 0,1 n, 0,25 n, 0,5 n et 1,0n). La relation entre le pouvoir rotatoire moléculaire du saccharose* $[\alpha]_M$ *et le pH de la solution a pu être exprimée par une courbe commune pour toutes les concentrations du saccharose et du NaOH. La conclusion en est que le*

*pouvoir rotatoire des solutions alcalines de saccharose ne dépend que du pH. Afin d'expliquer le phénomène de l'abaissement du pouvoir rotatoire du saccharose dans des solutions alcalines, les auteurs ont avancé la supposition que dans ces solutions le saccharose subit une partielle dissociation en formant un sel sodique; les ions du saccharose accusent en même temps un pouvoir rotatoire inférieur à celui des molécules non dissociées. En accord avec les résultats de leur travail précédent sur le pH des solutions alcalines du saccharose, les auteurs considèrent le saccharose comme un acide dibasique, dont la constante de la première dissociation* $K_1 = 3.10^{-13}$, *et celle de la deuxième dissociation* $K_2 = 3.10^{-14}$. *Le pouvoir rotatoire de chaque solution alcaline de saccharose peut alors être exprimé par la formule:*

$$[\alpha]_M = [\alpha]\,\rho + [\alpha_1]\,\gamma_1 + [\alpha_2]\,\gamma_2 \, \ldots\ldots \quad (1)$$

*dans laquelle* $[\alpha]$, $[\alpha_1]$ *et* $[\alpha_2]$ *expriment les pouvoirs rotatoires des molécules du saccharose non-dissocié, de ses ions monovalents et divalents,* $\gamma_1$ *et* $\gamma_2$*—les degrés de la première et de la deuxième dissociation,* $\rho$ *— la partie non-dissociée du saccharose. Les degrés de dissociation* $\gamma_1$ *et* $\gamma_2$ *ont été calculés comme fonctions du pH, de* $K_1$ *et* $K_2$ *d'après les formules connues pour les acides dibasiques. En profitant de certaines propriétés de deux points carastéristiques de la courbe de la relation entre* $\gamma_1$ *et le pH* ($pH = pK_1$ *et* $pK_2$), *ainsi que du pouvoir rotatoire* $[\alpha]_M$ *déterminé expérimentalement et correspondant à ces points, on a déduit les formules suivantes donnant les pouvoirs rotatoires des ions de saccharose* $[\alpha_1]$ *et* $[\alpha_2]$ *en fonction de* $[\alpha]$*:*

$$[\alpha_1] = \frac{21{,}66 - 0{,}525\,[\alpha]}{0{,}475}$$

$$[\alpha_2] = [\alpha] - 4{,}24$$

*En possédant, enfin, les valeurs de* $[\alpha]$, $[\alpha_1]$, $[\alpha_2]$, $\rho$, $\gamma_1$ *et* $\gamma_2$ *pour chaque solution, on a calculé d'après la formule (1) la valeur théorique de* $[\alpha]_M$. *Pour toutes les solutions étudiées les valeurs calculées de* $[\alpha]_M$ *sont en parfait accord avec les valeurs trouvées expérimentalement. Les auteurs voient dans ceci la confirmation de l'hypothèse qu'ils ont avancée et qui explique l'abaissement du pouvoir rotatoire du saccharose dans des solutions alcalines par le pouvoir rotatoire inférieur de ses ions.*

Politechnika Warszawska
Zakład Technologii Węglowodanów.

Luty 1936 r.

---

VII.

Inż. M. WERKENTHIN.

# Zastosowanie pomiarów przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania cukrzyc.

Myśl zastosowania pomiarów przewodnictwa elektrycznego cukrzycy w warniku do kontroli gotowania powzięta była prawie jednocześnie i zupełnie niezależnie przez różnych badaczy różnych krajów, a mianowicie: przez Pellera w Czechosłowacji (1931 r.), przez Courrière'a we Francji (1932 r.) i przez Honiga na Jawie (1932 r.). Rzucona przez tych badaczy myśl i wykonane przez nich pierwsze próby znalazły żywe zainteresowanie w naukowych i technicznych pracowniach cukrowniczych całego świata. Zawdzięczać to należy głównie dwóm właściwościom tego pomysłu: z jednej strony pomiary przewodnictwa elektrycznego, jak wszelkie pomiary elektryczne, są bardzo proste i dają możność łatwego zastosowania przyrządów do ciągłego wskazywania lub zapisywania mierzonej wartości, a nawet przyrządów regulujących dany proces; z drugiej strony gotowanie uważane jest do dziś za pewnego rodzaju „sztukę", posiadaną przez gotowaczy, do „zmechanizowania" której w żaden sposób przyczynić się nie potrafiły zaproponowane dotychczas bardzo liczne i oparte na różnych zasadach przyrządy kontrolne.

Do bliższego wyjaśnienia zależności, istniejącej pomiędzy przewodnictwem elektrycznym gotującej się w warniku masy a samym procesem gotowania, oraz do ustalenia najodpowiedniejszej konstrukcji przyrządu pomiarowego w znacznym stopniu przyczyniły się obszerne prace Prof. Spenglera i jego współpracowników (Niemcy), wykonane w latach 1932—1934. Jednocześnie ukazał się w literaturze cukrowniczej jeszcze szereg innych prac, w których opisane są doświadczenia fabryczne nad zastosowaniem przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania cukrzyc; prace te należą do Prof. Saillarda (Francja), Stare'a (Szwecja), Honiga i Ale-

wijna (Jawa), Vašatko, Panzera i Šandery (Czechosłowacja) i innych. Prace wymienionych badaczy opisane są niżej w znacznym skrócie[1]).

Centralne Laboratorium Cukrownicze wykonało w ciągu trzech kampanij (lata 1934—1936) własne badania nad możliwością i celowością zastosowania pomiarów przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania cukrzyc. Badania te opisane będą w oddzielnym artykule.

## 1. Podstawy ogólne.

Prawidłowe gotowanie cukrzycy wymaga utrzymania określonych spółczynników przesycenia syropu międzykryształowego. Jednakże prowadzenie waru na podstawie spółczynników przesycenia, oznaczonych bezpośrednio, jest rzeczą z różnych przyczyn niemożliwą, a głównie z tego względu, że odciąganie próbek syropu międzykryształowego i ich analiza są to manipulacje zbyt kłopotliwe i pochłaniające dużo czasu, gotowanie zaś wymaga chwilami bardzo szybkiej orientacji i natychmiastowego określenia stopnia przesycenia. Do szybkiego oznaczania stopnia przesycenia syropu w warniku próbowano podejść różnymi drogami pośrednimi: proponowano oznaczać gęstość syropu międzykryształowego na podstawie podwyższenia temperatury wrzenia (dawniejsze metody brasmoskopowe), lub za pomocą wbudowanego do warnika refraktometru warsztatowego i t. p.

Jednym ze sposobów pośredniego oznaczania spółczynnika przesycenia syropu międzykryształowego jest oznaczanie przewodnictwa elektrycznego cukrzycy.

Przewodnictwo elektryczne roztworów cukrowych o stężeniu poniżej 30° Brixa głównie zależy od zawartości w nich zdysocjowanych elektrolitów, przy czym przewodnictwo wzrasta ze wzrostem zawartości popiołu rozpuszczalnego w badanym roztworze. Na tej zależności oparte jest oznaczanie zawartości popiołu w produktach cukrowniczych drogą przewodnictwa elektrycznego[2]). Z tego też wynika, że *przewodnictwo elektryczne roztworu danego produktu wzrasta ze wzrostem stężenia roztworu do ok. 30° Brixa.*

*Lepkości roztworów czystego cukru w centypuazach*
wg Binghama i Jacksona, Bennetta i Neesa oraz van Scherpenberga.

| Temperatura | Brix 0 | 20 | 40 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1,79 | 3,80 | 14,77 | 238,00 | — | — | — | — | — |
| 10 | 1,31 | 2,65 | 9,79 | 109,80 | — | — | — | — | — |
| 20 | 1,01 | 1,96 | 6,20 | 56,50 | — | — | — | — | — |
| 30 | 0,80 | 1,50 | 4,38 | 33,78 | 78 | 221 | 908 | — | — |
| 40 | 0,65 | 1,19 | 3,25 | 21,28 | — | 115 | 395 | — | — |
| 50 | 0,55 | 0,97 | 2,50 | 14,01 | — | 65 | 193 | — | — |
| 60 | 0,47 | 0,81 | 1,98 | 9,83 | — | — | 106 | — | — |
| 70 | 0,41 | 0,69 | 1,61 | 7,15 | — | — | 64 (73) | 210 | 610 |
| 80 | 0,36 | 0,59 | 1,33 | 5,40 | — | — | — | — | — |
| 90 | 0,32 | — | 1,12 | 4,15 | — | — | — | — | — |
| 100 | 0,28 | — | 0,96 | 3,34 | — | — | — | — | — |

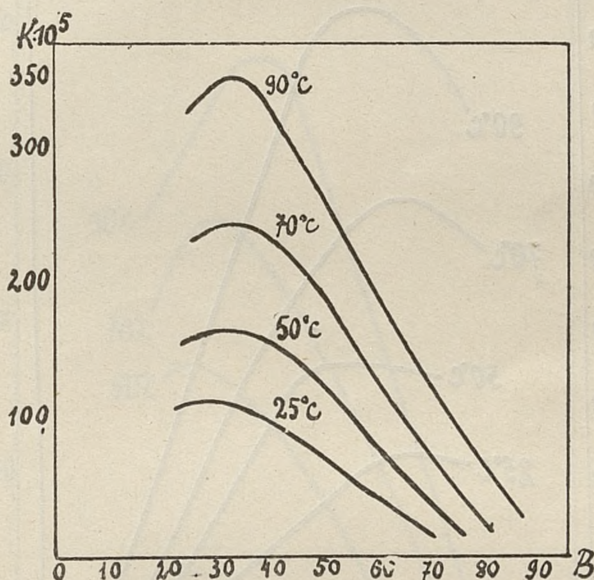
[1]) Spis literatury umieszczony jest w końcu artykułu.
[2]) Odnośne prace Prof. K. Smoleńskiego i inż. T. Pietrzykowskiego.

Dla roztworów o stężeniu powyżej 30—40° Brixa zależności są inne,— przewodnictwo elektryczne takich roztworów głównie zależy od ich lepkości.

Lepkość roztworów cukrowych wzrasta ze wzrostem stężenia, jednakże zależność ta nie jest prostolinijna, gdyż dla roztworów bardziej stężonych wzrost lepkości ze wzrostem stężenia jest znacznie większy, aniżeli dla roztworów mniej stężonych; w przypadku roztworów przesyconych lepkość w bardzo silnym stopniu wzrasta ze wzrostem spółczynnika przesycenia. Podwyższenie temperatury powoduje silny spadek lepkości.

Zależność lepkości od stężenia ilustruje tablica lepkości roztworów czystego cukru, ułożona na podstawie danych kilku autorów. Lepkości wyrażone są w centypuazach, jednostkach lepkości o wymiarze $gr \times cm^{-1} \times sek^{-1}$.

Sole, zależnie od ich rodzaju i stężenia, podwyższają lub obniżają lepkość roztworów cukru; koloidy zwiększają lepkość roztworów cukru.



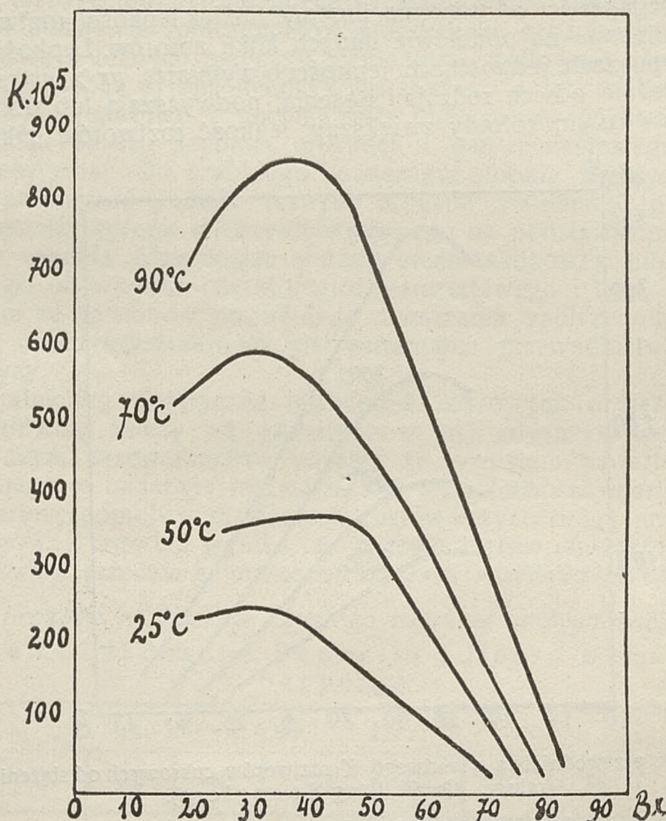

Rys. 21. Zależność przewodnictwa właściwego *K* roztworów cukrowych od stężenia i temperatury. Q=97,9 (wg S p e n g l e r a).

Zależność pomiędzy przewodnictwem elektrycznym stężonych roztworów cukrowych (> 30° — 40° Brixa) a ich lepkością jest taka, że ze wzrostem lepkości przewodnictwo maleje, t.j. oporność elektryczna, wartość odwrotna, wzrasta. Taki wpływ lepkości na przewodnictwo znajduje wytłumaczenie w zmniejszeniu ruchliwości jonów w miarę wzrostu lepkości roztworu. Zależność pomiędzy przewodnictwem a lepkością roztworu nie podlega jednak prawu ścisłej odwrotnej proporcjonalności: zmiany przewodnictwa są nieco mniejsze od zmian lepkości.

Rozumowania powyższe prowadzą do wniosku, potwierdzonego doświadczalnie, że czynniki, zwiększające lepkość roztworów cukrowych, zmniejszają ich przewodnictwo elektryczne, jednakże w nieco słabszym stopniu, i odwrotnie. A więc *przewodnictwo elektryczne roztworów cukrowych o stężeniu powyżej 30° — 40° Brixa maleje w miarę wzrostu stężenia roztworu;* przewodnictwo spada szczególnie silnie w miarę wzrostu spółczynnika przesycenia. S p e n g l e r stwierdził, że ze wzrostem spółczynnika przesycenia od 1,0 do 1,2, t. j. o 0,2 przewodnictwo syropu międzykryszta-

łowego zmniejsza się dwukrotnie (we wszystkich temperaturach), temperatura zaś wrzenia cukrzycy w warniku wzrasta w tym samym przypadku tylko o 2° — 4°; pomiary przewodnictwa elektrycznego dają zatem bardziej wyraźną i czułą podstawę do sądzenia o spółczynniku przesycenia, aniżeli metody brasmoskopowe.

Pamiętać jednak należy o tym, że *dla stężonych roztworów cukrowych o różnej czystości zależność między lepkością a spółczynnikiem przesycenia z jednej strony i lepkością a przewodnictwem elektrycznym z drugiej strony nie znalazła jeszcze dotychczas prostego i ścisłego wyrazu matematycznego.*



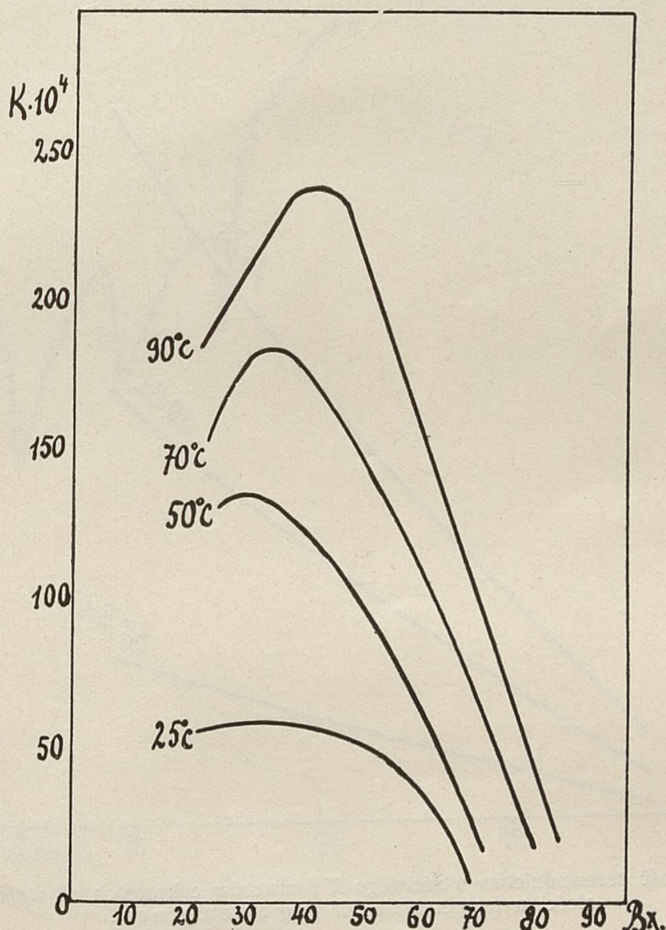

Rys. 22. Zależność przewodnictwa właściwego *K* roztworów cukrowych od stężenia i temperatury. Q=94,0 (wg Spenglera).

Podwyższenie temperatury powoduje wzrost przewodnictwa elektrycznego, który wg danych Spenglera wynosi z dostateczną dokładnością 4% na każdy stopień temperatury. Ze spadkiem czystości roztworu wzrasta jego przewodnictwo elektryczne; wzrost przewodnictwa jest w przybliżeniu proporcjonalny do zwiększenia zawartości niecukrów. Rzeczą ważną jest, jednakże, że *w warunkach gotowania przewodnictwo elektryczne roztworów cukrowych głównie zależy od ich stężenia, względnie od spółczynnika przesycenia i od lepkości*; *temperatura i czystość* (zawartość popiołu rozpuszczalnego) *wywierają wpływ drugorzędny.*

Zależność przewodnictwa elektrycznego od stężenia, temperatury i czystości zbadana była szczegółowo przez Spenglera. Pozwalamy so-

bie na przedstawienie kilku wykresów z jego prac (Rys. 21, 22, 23 i 24), które najlepiej charakteryzują powyższe zależności.

Kontrola spółczynników przesycenia drogą pomiarów przewodnictwa elektrycznego przedstawia się podczas gotowania w sposób następujący: do warnika wprowadzona jest jedna lub więcej par elektrod, przez które przepuszczany jest prąd elektryczny. Za pomocą odpowiedniego układu pomiarowego mierzone jest przewodnictwo, względnie oporność warstwy cukrzycy, znajdującej się między elektrodami. Na początku waru stężenie, a następnie

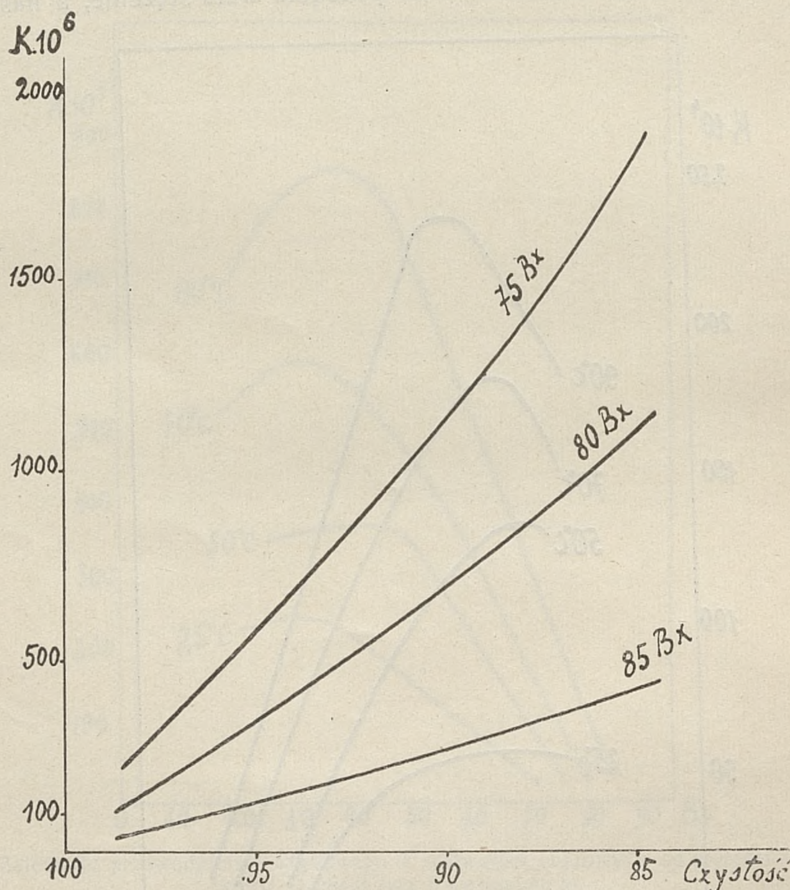



Rys. 23. Zależność przewodnictwa właściwego *K* roztworów cukrowych od stężenia i temperatury. Q=77,5 (wg Spenglera).

spółczynnik przesycenia soku gęstego lub odcieku stopniowo wzrasta, przewodnictwo elektryczne obniża się odpowiednio. Po pierwszych dociągach masa w warniku zostaje rozrzedzona, spółczynnik przesycenia syropu międzykryształowego — obniżony, przewodnictwo cukrzycy wzrasta (opór maleje). Przy następnych kolejnych zagęszczaniach i dociągach przewodnictwo elektryczne cukrzycy spada względnie wzrasta odpowiednio do podwyższenia względnie obniżenia spółczynnika przesycenia syropu międzykryształowego. Kolejność zagęszczeń i dociągów, ich trwanie i wielkość (amplituda) widocz-

ne są wyraźnie na wykresie rys. 25, na którym przedstawione są oporności cukrzycy (odwrotności przewodnictwa), zapisywane w czasie gotowania waru. Wykres rys. 25 jest jednym z wielu wykresów, otrzymanych przez C.L.C. podczas badań nad kontrolą gotowania cukrzyc drogą przewodnictwa elektrycznego.

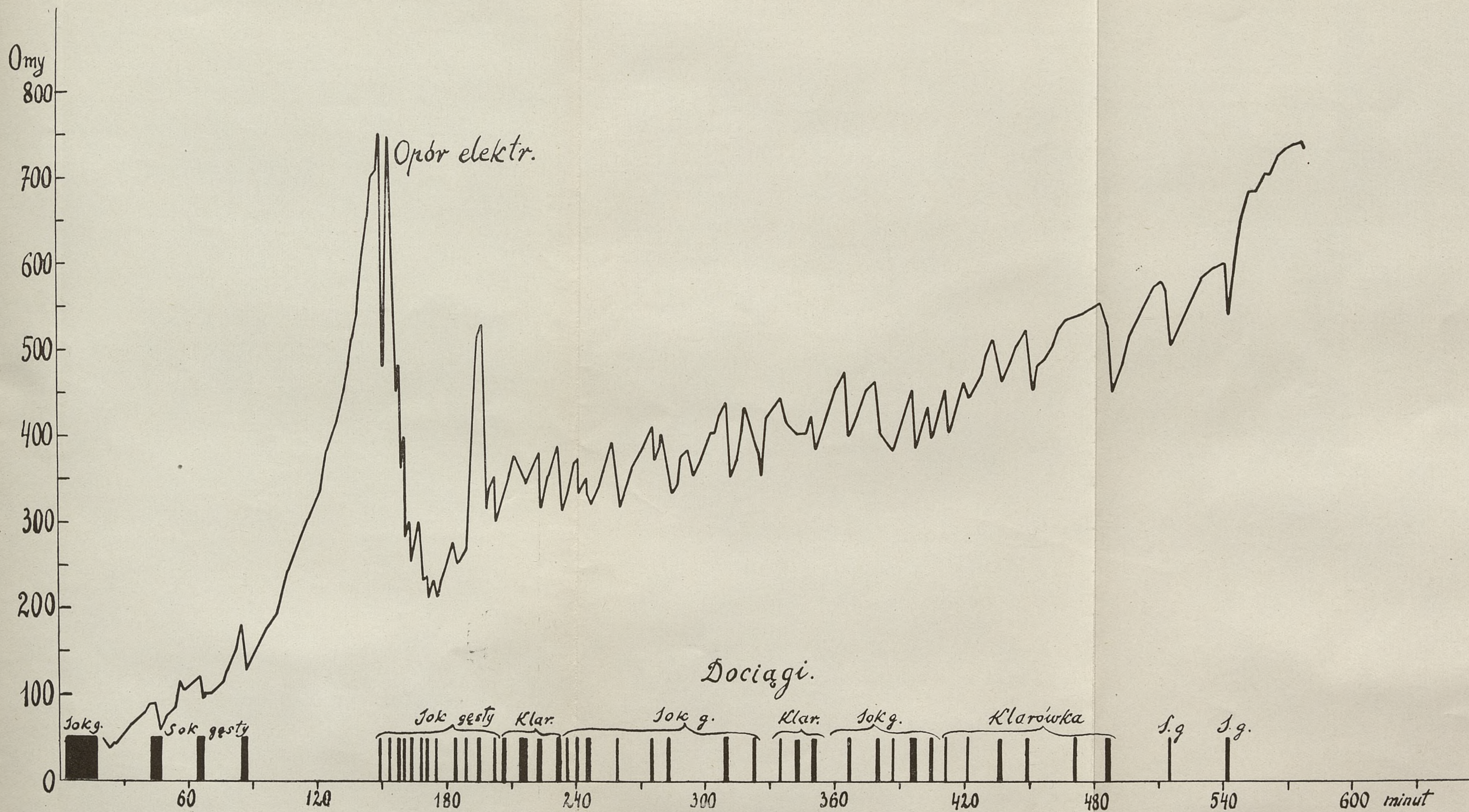
Od chwili zawiązania kryształu masa w warniku składa się nie tylko z syropu lub odcieku, lecz również z mniejszej lub większej ilości kryształów cukru. Kryształy cukru prawie nie przewodzą prądu. Wchodząc w skład warstwy cukrzycy, znajdującej się między elektrodami, kryształy zwiększają oporność tej warstwy. Spowodowany przez obecność kryształów wzrost oporności zwiększa się ku końcowi gotowania, w miarę wzrostu kryształów. Wg




Rys. 24. Zależność przewodnictwa właściwego *K* roztworów cukrowych od stężenia i czystości w temperaturze 70° (wg Spenglera).

Spenglera obecność 50% kryształu obniża przewodnictwo cukrzycy 5-krotnie w porównaniu z przewodnictwem syropu międzykryształowego, z którego został usunięty kryształ.

W warunkach gotowania obniżenie przewodnictwa cukrzycy, spowodowane stopniowym wzrostem kryształów, w znacznej mierze równoważone jest przez zwiększenie przewodnictwa, spowodowane stopniowym wzrostem zawartości soli w syropie międzykryształowym. Krzywe przewodnictw elektrycznych, otrzymane przez różnych badaczy dla poszczególnych warów, przeważnie wykazują słaby spadek ku końcowi gotowania; wpływ kryształu




Rys. 25. Krzywa zmian oporu cukrzycy w czasie gotowania. (Badania C. L. C.).

i wzrastającej lepkości przeważa nad wpływem wzrostu zawartości soli, ale tylko w stopniu nieznacznym.

W procesie gotowania istnieje jeszcze jeden czynnik, który wywiera wpływ na prawidłowość wykresów przewodnictwa elektrycznego, mianowicie — *temperatura*. Ze spadkiem temperatury przewodnictwo, jak wiadomo, spada, nawet jeżeli stężenie syropu międzykryształowego pozostaje bez zmiany. Jednocześnie ze spadkiem temperatury, przy nie zmienionym stężeniu, zwiększa się przesycenie syropu miedzykryształowego. Ponieważ celem pomiarów przewodnictwa elektrycznego jest oznaczanie stopnia przesycenia, to wynikający z obniżenia temperatury spadek przewodnictwa zupełnie prawidłowo odpowiadać będzie wzrostowi przesycenia syropu międzykryształowego. Czy spadek przewodnictwa, wywołany przez obniżenie temperatury, we wszystkich przypadkach ściśle odpowiada temu spadkowi przewodnictwa, który byłby wywołany przez odpowiedni wzrost przesycenia, tego dokładnie jeszcze nie ustalono. Dla celów praktycznych, przy małych wahaniach temperatury, na razie przyjęto uważać, że zmiany przewodnictwa odpowiadają zmianom spółczynnika przesycenia, niezależnie od temperatury. W przypadku większych wahań temperatury lub w przypadku bardzo ścisłych pomiarów pożądane jest wprowadzenie odpowiednich poprawek lub włączenie do układu pomiarowego odpowiedniej kompensacji na temperaturę.

## 2. Doświadczenia Jawajskie.

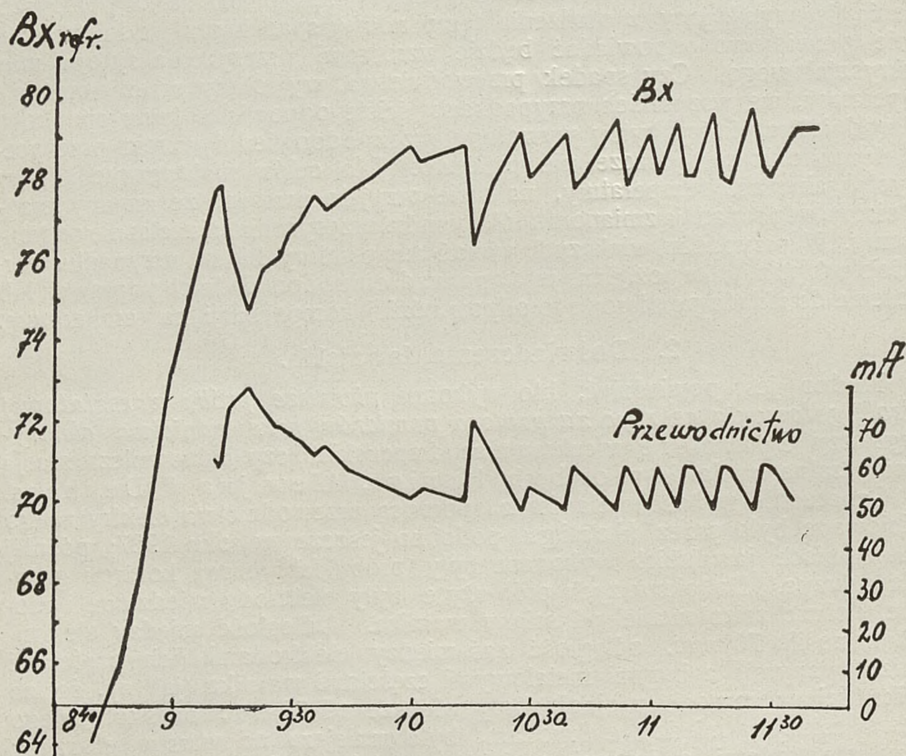
Trudno jest powiedzieć, kto wykonał *pierwsze próby warsztatowej kontroli gotowania cukrzyc za pomocą pomiarów przewodnictwa elektrycznego*, czy Courrière w cukrowniach francuskich, czy cukrownicza stacja doświadczalna na Jawie w osobach Honiga, Alewijna i Dekkera.

Oznaczanie gęstości melasów za pomocą przewodnictwa elektrycznego zainicjowane było przez Honiga podobno jeszcze w roku 1927; później w cukrowniach jawajskich wykonane były próby fabrycznej kontroli gotowania cukrzyc. Do pierwszych prób użyte były elektrody miedziane i mosiężne, dobrze zaizolowane od ściany warnika. Odległość między elektrodami wynosiła 70 *mm*, odległość zaś między elektrodami (ich częściami niezaizolowanymi) a innymi metalowymi częściami warnika (jak np. ściana warnika, ściana komory grzejnej) były większe od 70 *mm*; na skutek tego warstwa cukrzycy między elektrodami była mniejsza od warstw cukrzycy między elektrodami a innymi częściami metalowymi warnika, przedstawiała zatem najmniejszy opór dla przechodzenia prądu elektrycznego; prąd całkowicie przechodził przez warstwę cukrzycy między elektrodami, nie „uciekając" na inne części metalowe, znajdujące się w pobliżu elektrod. Przy wadliwym wbudowaniu elektrod prąd może przechodzić drogami bocznymi, zamiast przechodzić drogą właściwą między elektrodami; pomiary, otrzymane za pomocą takich elektrod, są często zupełnie niemiarodajne. Wadliwe wbudowanie elektrod na jednym ze stojących obok siebie warników odbija się niekorzystnie na wskazaniach elektrod sąsiedniego warnika; ze ściany jednego warnika prąd przechodzić może przez belkowanie na ścianę sąsiedniego warnika i pomiary przewodnictwa, wykonane na jednym warniku, zależą wtedy od gęstości cukrzycy w sąsiednim warniku.

W próbach powyższych przez obwód elektrod przepuszczany był prąd zmienny z sieci oświetleniowej o napięciu, obniżonym za pomocą transformatorka do 6—32 woltów; do obwodu elektrod włączony był miliamperomierz do 100 miliamperów, który służył jako przyrząd pomiarowy. Przy podgęszczaniu syropu międzykryształowego przewodnictwo jego malało i wielkość prądu spadała; przy każdym dociągu wielkość prądu szybko wzrastała.

Wahania wielkości prądu czyli wahania przewodnictwa elektrycznego utrzymywały się w określonych granicach, które odpowiadały granicom wahania spółczynników przesycenia.

Jednocześnie z wielkością prądu zapisywane były Brixy syropu międzykryształowego, oznaczane za pomocą wbudowanego do warnika refraktometru warsztatowego Zeissa. Dla każdego skontrolowanego waru wykres wielkości prądu czyli wykres przewodnictwa elektrycznego w przybliżeniu przedsta-

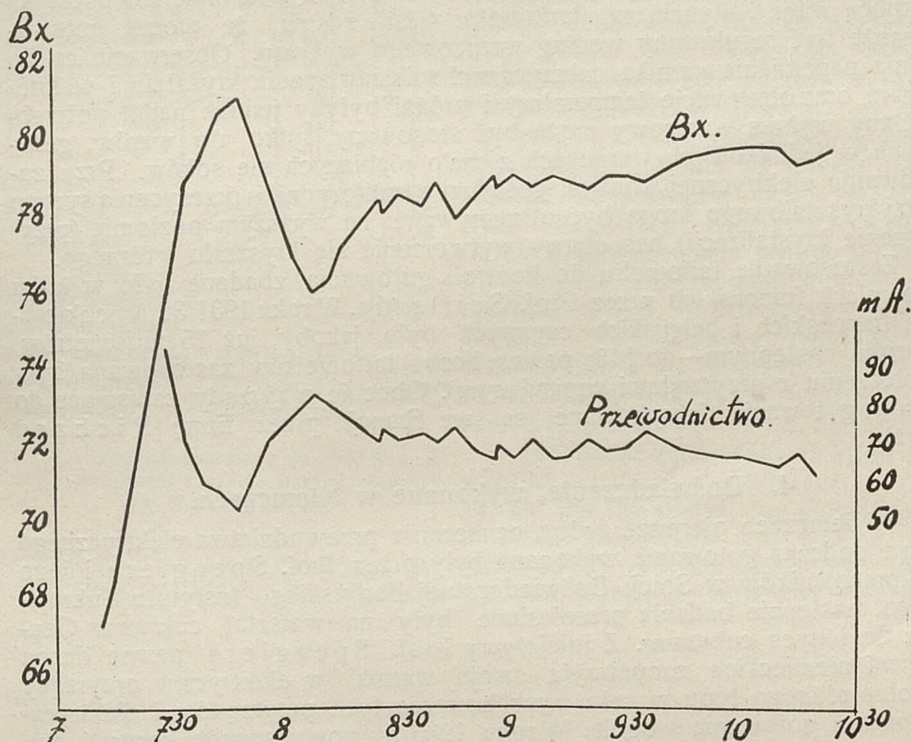



Rys. 26. Krzywe Brixów refraktometrycznych syropu międzykryształowego i przewodnictwa cukrzycy (mA) dla waru ze zwykłymi okresowymi dociągami (wg Honiga i Alewijna).

wiał odbicie zwierciadlane wykresu Brixów syropu międzykryształowego. Jeden z wykresów, otrzymanych przez Honiga i Alewijna, — dla waru ze zwykłym okresowym dociągiem — pokazany jest na rys. 26, drugi — dla waru z ciągłym dociągiem — na rys. 27. (Wykres oporności elektrycznej, jako wartości odwrotnej do przewodnictwa i wielkości prądu, byłby jednokierunkowy z wykresem Brixów syropu międzykryształowego, rys. 25). Wykresy Honiga i Alewijna wykazują, że w skontrolowanych przez nich warach wpływ rosnącego kryształu i zwiększającej się lepkości na przewodnictwo elektryczne był nieco silniejszy od wpływu wzrostu temperatury cukrzycy i zawartości soli w syropie międzykryształowym, gdyż krzywe przewodnictwa elektrycznego obniżają się z lekka ku końcowi gotowania.

Zdaniem autorów, kontrola gotowania za pomocą pomiarów przewodnictwa elektrycznego jest szybsza i łatwiejsza od kontroli za pomocą refraktometru warsztatowego, aparatura — jednocześnie tańsza. Posiadając wykres przewodnictwa elektrycznego dla wzorowo zgotowanego waru, można

było, podobno, gotować dalsze wary według takiego wzorcowego wykresu; w ten sposób łatwiej było z jednej strony uniknąć wytworzenia się mąki i z drugiej strony zbytniego rozrzedzenia cukrzycy podczas dociągów. Zwłaszcza przy gotowaniu cukrzycy I, przy którym proces krystalizacji zachodzi znacznie szybciej, aniżeli przy gotowaniu cukrzyc niższych rzutów, i który wymaga od gotowacza większej uwagi i staranności—kontrola konduktometryczna okazała się bardzo pożyteczna. Przy zastosowaniu elektrycznej kontroli gotowania osiągnięto, jakoby, lepszy kryształ, łatwiejsze wirowanie, lepsze wyzyskanie odcieków i skrócenie czasu gotowania. Miejscowi gotowacze szybko przyzwyczaili się do przyrządu konduktometrycznego i posługiwali się nim bardzo chętnie.




Rys. 27. Krzywe Brixów refraktometrycznych syropu międzykryształowego i przewodnictwa cukrzycy (mA) dla waru z ciągłym dociągiem (wg Honiga i Alewijna).

W roku 1932, podobno, już 150 warników zaopatrzono na Jawie w elektryczne przyrządy kontrolne. W niedługim czasie elektryczną kontrolę gotowania zastosowano w Australii (Queensland) i na wyspach Hawajskich (przyrząd firmy Leeds i Northrup). Zastosowano również przyrządy zapisujące zamiast wskazujących. Dekker przewiduje nawet możność przekazywania odchyleń amperomierza na wentyl dociągowy w celu automatycznego regulowania dociągów.

### 3. Doświadczenia Francuskie.

Francuska aparatura do elektrycznej kontroli gotowania otrzymała od swego wynalazcy—Courrière'a — nazwę „tarfometru“ (*tarphos* — gęsta ciecz). Elektrody zasilane były prądem zmiennym z sieci oświetleniowej.

Jako przyrząd pomiarowy stosowany był początkowo miliamperomierz, później, w celu uniknięcia wpływu wahań napięcia prądu w sieci na pomiary, zasilano elektrody prądem stałej wielkości i zastosowano woltomierz, wskazujący spadek napięcia na elektrodach. Skala przyrządu pomiarowego podzielona była na 100 podziałek, z których każda odpowiadała 0,1 Brixa. Napięcie prądu z sieci obniżone było do ok. 60 woltów, zużycie prądu wynosiło ok. 70 — 100 watów w przypadku warów rafinerskich i 20 — 30 watów w przypadku zwykłych warów cukrzycy I. Pierwsze próby z tarfometrem wykazały, że spółczynnik przesycenia syropu międzykryształowego może być kontrolowany dokładnie tylko wtedy, kiedy temperatura cukrzycy utrzymywana jest na stałym poziomie od początku do końca waru. Wynalazca tarfometru jest zdania, że proces gotowania może być regulowany według wzorcowego wykresu. Obserwacje co do stopnia napełnienia warnika cukrzycą w chwili zawiązania kryształu i w końcu waru oraz obserwacje temperatury i próżni byłyby jednak nadal potrzebne. Dany wykres wzorcowy może być stosowany tylko do warów, gotowanych w jednakowych warunkach z mało różniących się soków. Przy zastosowaniu elektrycznej kontroli gotowania spółczynniki przesycenia syropu międzykryształowego mogą być utrzymywane na wyższym poziomie (przyśpieszenie krystalizacji), bez obawy wytworzenia się kryształu wtórnego.

Zastosowanie tarfometru do kontroli gotowania zbadane było w kilku cukrowniach francuskich przez Prof. Saillarda. W roku 1931/32 w cukrowniach francuskich i belgijskich czynnych było, jakoby, już 15 tarfometrów, a w roku następnym—do 115; pewna liczba tarfometrów zastosowana była w połączeniu z przyrządami zapisującymi. Obecnie przyrządy zapisujące do kontroli gotowania fabrykowane są we Francji przez firmę Richard (Paryż).

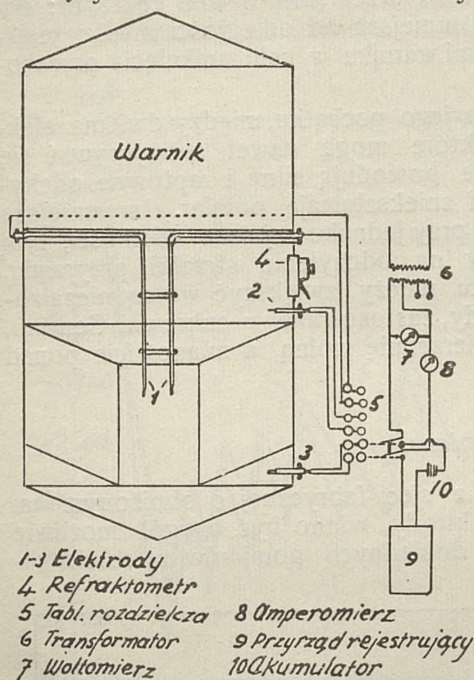
### 4. Doświadczenia, wykonane w Niemczech.

W Niemczech pierwsze próby oznaczania przewodnictwa elektrycznego cukrzyc podczas gotowania wykonane były przez Prof. Spenglera i jego współpracowników w Stacji Doświadczalnej Berlińskiego Instytutu Cukrowniczego, następnie badania przeniesione były na warsztat cukrowni Genthin i do innych cukrowni. Z inicjatywy Prof. Spenglera pewna liczba cukrowni niemieckich zaopatrzyła swoje warniki w elektryczne przyrządy kontrolne różnego typu w celu wypróbowania tych przyrządów i elektrycznej kontroli gotowania w ogóle. W roku 1933/34 nowy sposób kontroli wypróbowany był w dziesięciu cukrowniach niemieckich.

#### *a) Elektrody i ich wbudowanie.*

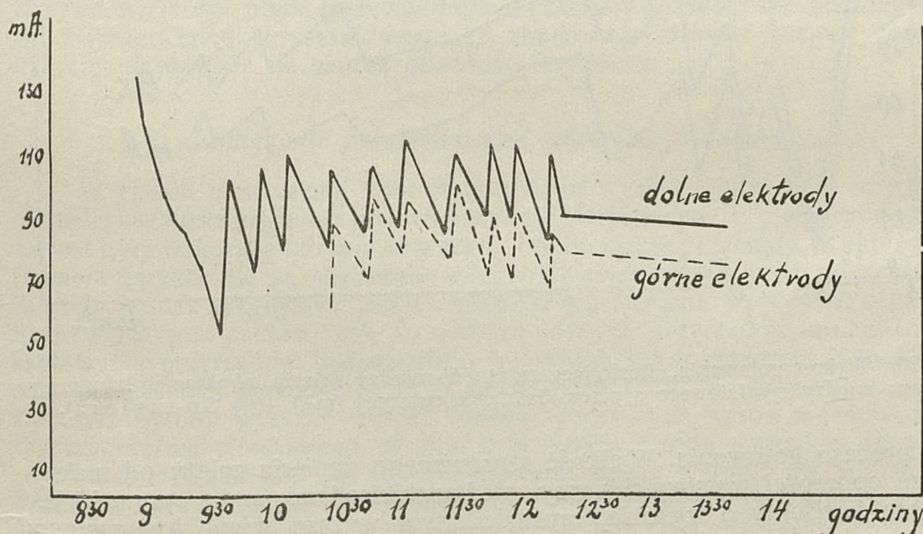
Schemat aparatury, zastosowanej w cukrowni Genthin, pokazany jest na rys. 28. Do warnika wprowadzone były trzy pary elektrod, z których jedna umieszczona była w rurze cyrkulacyjnej, gdzie skład cukrzycy najbliższy jest do przeciętnego (zresztą ta para elektrod oberwała się na początku prób); dwie inne pary, umieszczone jedna nad, a druga pod komorą grzejną, przetrwały całą kampanię, uległy tylko słabemu zgięciu pod ciężarem cukrzycy. Elektrody wykonane były z miedzi elektrolitycznej, średnica ich wynosiła 10 *mm*. Ze względu na znaczną lepkość syropu międzykryształowego i ocieranie się kryształów o powierzchnię elektrod, stosowanie elektrod pokrytych czernią platynową jest wykluczone. Elektrody węglowe mogą być użyte do danego celu. Obecnie stosowane są elektrody ze stali nierdzewnej chromowo-niklowej, które są znacznie mocniejsze od elektrod miedzianych.

Warunkiem otrzymania prawidłowych wyników jest dobra cyrkulacja cukrzycy dookoła elektrod. Elektrody należy wbudowywać do warnika pod komorą grzejną, a jeżeli miejsce na to nie pozwala, to nad komorą; jednakże w tym przypadku może się zdarzyć, że w okresie zawiązania kryształu i pierwszych dociągów elektrody nie będą pokryte cukrzycą i pomiary lub automatyczne zapisywanie przewodnictwa będą uniemożliwione. Przy normalnej cyrkulacji w warniku i w przypadku wbudowania dwóch par elektrod, górna para wykazuje niższe przewodnictwa (czyli większe stężenie syropu międzykryształowego) od dolnej pary, na wskazaniach której, prawdopodobnie, odbijają się dociągi oraz słabsze odparowanie wody w dolnych warstwach cukrzycy (rys. 29). W miarę postępowania gotowania różnice między wskazaniami obydwu par elektrod stają się stopniowo nieco większe. Przy wadliwej cyrkulacji w warniku może się zdarzyć, że górna para elektrod wskazywać będzie wyższe przewodnictwa od dolnej pary.




Rys. 28. Schemat aparatury do elektrycznej kontroli gotowania z trzema parami elektrod (wg Senglera).

Głębokość zanurzenia elektrod do warnika winna być dostatecznie duża, ale nie tak wielka, aby mogła spowodować oberwanie lub zgięcie się elektrod pod ciężarem cukrzycy. W opisywanych próbach głębokość zanurzenia elektrod do warnika wynosiła 300 *mm*. Wzajemna odległość elektrod



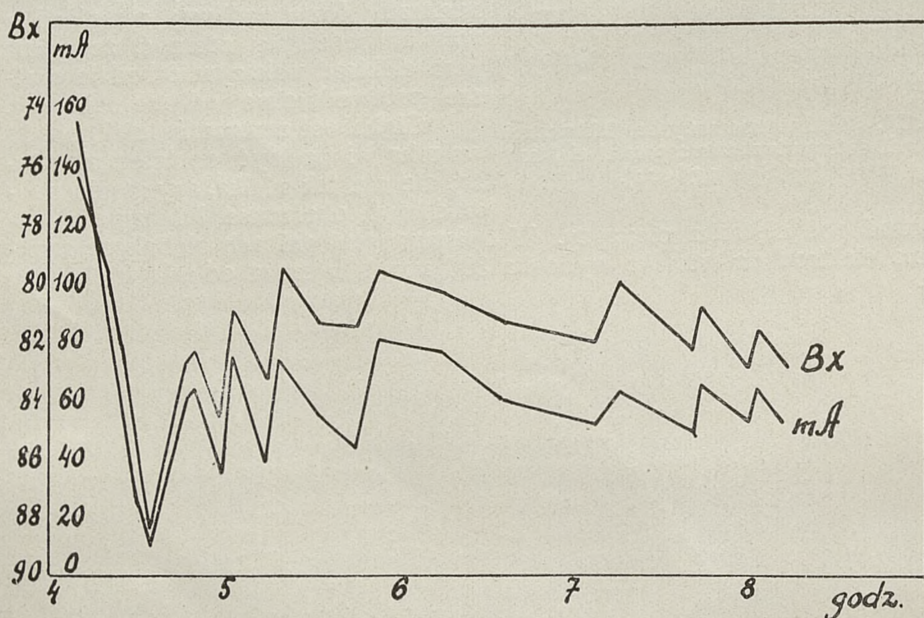

Rys. 29. Krzywe przewodnictwa cukrzycy (mA), otrzymane za pomocą dwóch par elektrod dla jednego waru (wg Senglera).

każdej pary (ok. 100 *mm*) winna być jak największa ze względu na objęcie przez elektrody większej, a zatem bardziej przeciętnej próbki cukrzycy; odległość ta winna jednakże zawsze być mniejsza od odległości między elektrodami a innymi metalowymi częściami warnika w celu uniknięcia przechodzenia prądu drogą niewłaściwą.

Podczas gotowania, zwłaszcza na jego początku, między dwiema elektrodami przechodzą pęcherzyki pary, które mogą nawet zatrzymywać się na powierzchni elektrod. Pęcherzyki te powodują silne i raptowne odchylenia strzałki przyrządu pomiarowego i zniekształcają pomiar. Im mniejsza jest gęstość prądu między elektrodami przy jednakowej jego wielkości, tym słabszy jest wpływ pęcherzyków pary na odchylenie strzałki przyrządu. W celu zaś zmniejszenia gęstości prądu należy zwiększyć wolną niezaizolowaną powierzchnię elektrod. Elektrody, zastosowane w cukrowni Genthin, posiadały specjalnie zwiększoną powierzchnię wolną, a mianowicie ponad 30 $cm^2$ każda.

*b) Pomiary.*

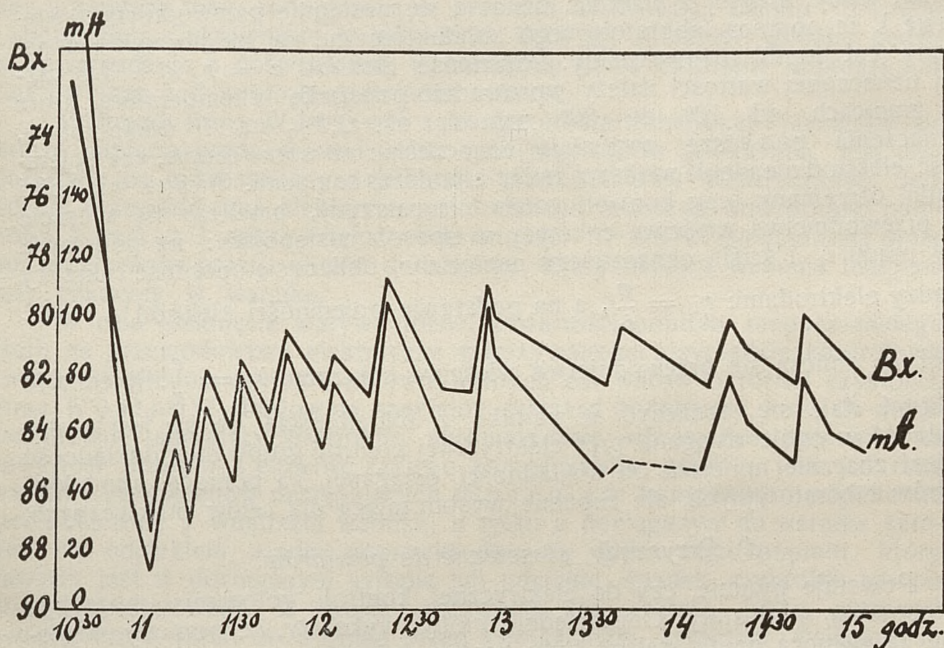
Do pomiarów zastosowano prąd z sieci fabrycznej o obniżonym napięciu. Napięcie prądu, zasilającego elektrody, winno być naogół możliwie niskie, ale dostateczne do otrzymania dokładnych pomiarów w czasie ca-




Rys. 30. Wykres gotowania, ilustrujący zależność między Brixem refraktometrycznym syropu międzykryształowego a przewodnictwem cukrzycy (mA). (wg S p e n g l e r a).

łego procesu gotowania. Wielkość stosowanego napięcia zależy od maksymalnej oporności warstwy cukrzycy między elektrodami; im ta oporność jest większa (produkty o wysokiej czystości), tym wyższe winno być zastosowane napięcie w celu otrzymania dokładnych wyników na przyrządzie pomiarowym.

Do obwodu elektrod włączony był miliamperomierz jako przyrząd pomiarowy. W celach sprawdzania wskazań miliamperomierza do warnika wbudowany był refraktometr warsztatowy Z e i s s a. Ażeby zilustrować ścisłą zależność między wskazaniami miliamperomierza i refraktometru warsztato-




Rys. 31. Wykres gotowania, ilustrujący zależność między Brixem refraktometrycznym syropu międzykryształowego a przewodnictwem cukrzycy (mA). (wg. S p e n g l e r a).

wego podajemy dwa wykresy, otrzymane przez S p e n g l e r a, rys. 30 i 31. Krzywe wielkości prądu (przewodnictwa) cukrzycy są odwrotne do krzywych Brixa syropu międzykryształowego; ku końcowi gotowania krzywe rozchodzą się nieznacznie na skutek obecności kryształu.

### c) *Oznaczanie przewodnictwa właściwego cukrzycy.*

W celach praktycznej kontroli gotowania wystarczają na ogół *względne* wartości wielkości prądu lub przewodnictwa elektrycznego, t. j. te liczby, które wprost były wskazane lub zapisane przez odpowiednie przyrządy. Wykresy gotowania zwykle nie są skalowane w jednostkach *przewodnictwa właściwego*. Z wielu jednak względów, jak np. możność porównania wykresów, otrzymanych w różnych cukrowniach za pomocą różnych przyrządów, możność wyskalowania przyrządów bezpośrednio w Brixach lub w jednostkach spółczynnika przesycenia, możność ułożenia specjalnych tablic do gotowania, — pożądanym byłoby wyrażać wyniki kontroli wzorowych warów w jednostkach *przewodnictwa właściwego*. W tym celu należy przede wszystkim oznaczyć *pojemność elektrod* tak, jak one wbudowane są do warnika (a nie w oddzielnym naczyniu), gdyż pojemność ta zależy od obecności innych części metalowych w warniku (t. j. od ułożenia się linij pola elektrycznego między elektrodami). Przed kampanią i po jej ukończeniu warnik napełnia się wodą

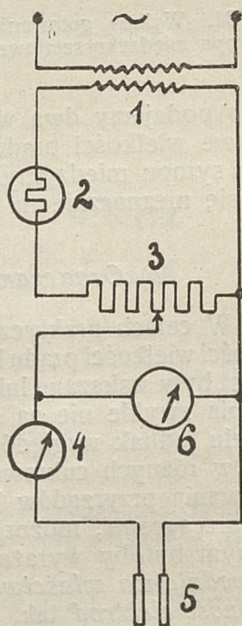
o zwykłej temperaturze i oznacza się wielkość prądu $i$ przy wiadomym jego napięciu $v$. Oporność wody między elektrodami wynosić będzie $r = \frac{v}{i}$. Dla próbki wody, wziętej z warnika, oznacza się następnie przewodnictwo właściwe $\lambda$ za pomocą laboratoryjnego konduktometru, na jakim zwykle oznaczany jest popiół rozpuszczalny. Pojemność elektrod $c = r \times \lambda$. Do każdej oznaczonej wartości należy wprowadzić poprawkę na temperaturę, która w granicach od $10^0$ do $30^0$ wynosi ok. 2,0°/$_0$ na $1^0$ temperatury. Oznaczenia powyższe pozwalają jednocześnie na sprawdzenie, czy pojemność elektrod nie uległa większej zmianie podczas kampanii. Wykres wielkości prądu, otrzymany przy kontroli gotowania cukrzycy, przelicza się wreszcie na przewodnictwa właściwe cukrzycy w sposób następujący: na podstawie siły prądu $i_1$ i ściśle oznaczonego napięcia $r_1$ oblicza się oporność cukrzycy między elektrodami: $r_1 = \frac{v_1}{i_1}$, a na podstawie pojemności elektrod $c$ i wartości $r_1$ oblicza się przewodnictwo właściwe cukrzycy; $\lambda_1 = \frac{c}{r_1}$. Pojemność elektrod daje się oznaczyć w warniku z dokładnością do 6%; jest to dokładność w ogóle osiągana przy elektrycznej kontroli gotowania; dokładność ta jest znacznie mniejsza od dokładności osiąganej za pomocą konduktometrów laboratoryjnych, ale zupełnie wystarczająca dla celów praktycznych.

*d) Przyrządy, stosowane do pomiarów.*

Powstaje pytanie, czy do elektrycznej kontroli gotowania może być zastosowany prąd stały. Odpowiednie próby wykazały, że pomiary, wykonane za pomocą prądu stałego były bardzo dokładne, ale że prądu stałego stosować nie należy ze względu na polaryzację elektrod.

Obecnie w różnych krajach budowane są przyrządy wskazujące lub samopiszące różnych typów, przeznaczone specjalnie do kontroli gotowania i zawierające wszystkie potrzebne części elektryczne. W Niemczech przyrządy takie budowane są przez firmy Siemens i Halske, Wösthoff w Bochumie, Dolffs i Helle w Brunświku.

W celu zilustrowania głównych podstaw budowy takich przyrządów na rys. 32 pokazany jest schemat aparatury Siemens i Halske typu dawniejszego; wskazania tej aparatury uzależnione są od wahań napięcia prądu w sieci. Za pomocą transformatora (1) napięcie prądu zmiennego z sieci obniżone jest ze 110 wzgl. 220 woltów na 24 wolty. Dla uniknięcia zbyt silnego wpływu wahań napięcia prądu na wskazania przyrządu pomiarowego — do obwodu włączona jest żarówka żelazo-wodorowa (2). Opornik (3) służy do otrzymania obniżonego napięcia i do ściślejszego ustawiania go na 10 — 15 woltów. Do tego opornika przyłączony jest właściwy obwód pomiarowy, składający się z przyrządu wskazującego lub zapisującego (4) przewodnictwo cukrzycy (do tego celu stosowany jest zwykły miliamperomierz) oraz z pary elektrod (5) ze stali nierdzewnej. Woltomierz (6) włączony jest



Rys. 32. Schemat aparatury Siemens i Halske dawniejszego typu do elektrycznej kontroli gotowania.

na przypadek, gdyby pożądane było obliczenie przewodnictwa właściwego.

Nowsza aparatura Siemensa, o cewce krzyżowej, niezależna jest od wahań napięcia prądu w sieci (żarówka żelazo-wodorowa staje się zbyteczna). Aparaturę taką, zaopatrzoną w przyrząd zapisujący, nabyło Centralne Laboratorium Cukrownicze w roku 1936. Opis tej aparatury podany będzie w sprawozdaniu z doświadczeń, wykonanych przez Centralne Laboratorium Cukrownicze nad kontrolą gotowania cukrzyc.

Przyrządy firmy Wösthoff są bardzo prostej konstrukcji i niezależne od wahań napięcia prądu w sieci; skala tych przyrządów podzielona jest bezpośrednio na mikrosimensy — jednostki przewodnictwa elektrycznego. Jednostka przewodnictwa elektrycznego, 1 simens, równa się odwrotności oporności 1 oma, a 1 mikrosimens — odwrotności $10^6$ omów. Do aparatury może być przyłączony prosty obwód dodatkowy, kompensujący wahania temperatury cukrzycy w warniku.

W celu uniknięcia wpływu różnej zawartości popiołu rozpuszczalnego (soli) na przewodnictwo elektryczne wskazywane na przyrządzie kontrolnym i w celu otrzymania wyników porównywalnych dla warów o różnej czystości, firma Wösthoff zbudowała specjalny przyrząd dodatkowy, który do wskazań głównej aparatury kontrolnej automatycznie wprowadza poprawki na zawartość popiołu. Celowość takiego kompensatora popiołu jest jednakże wątpliwa ze względów następujących (Spengler): kompensator popiołu nie jest połączony z wnętrzem warnika, a tylko z dociąganym do warnika syropem lub odciekiem, a więc poprawka dotyczy tylko tego popiołu, który zawarty jest w dociąganym syropie lub odcieku; spadek czystości syropu międzykryształowego w czasie gotowania nie zostaje przez przyrząd uwzględniony; jeżeli do warnika przed zawiązaniem kryształu wciągane są kolejno klarówki lub odcieki o różnej czystości, to poprawki na popiół mogą prowadzić do fałszywych wyników; na przewodnictwo elektryczne produktów o różnej czystości wpływają jednocześnie z popiołem i niecukry organiczne, zwłaszcza w przypadku produktów niższych rzutów.

Co dotyczy samych przyrządów zapisujących, to są one też budowane w różnym wykonaniu. Dobre przyrządy zapisujące winny podawać wyniki w prostokątnym układzie współrzędnych (czas i przewodnictwo). Są przyrządy zapisujące, które dają tylko jedną krzywą zmian przewodnictwa wzgl. oporności i łączone są tylko z jedną parą elektrod; zaletą tych przyrządów jest wyraźna ciągła krzywa, która widoczna jest na taśmie papierowej od razu bez opóźnienia (t. j. od razu widać, jakie przewodnictwo posiada cukrzyca w danym momencie w warniku). Inne większe przyrządy zapisujące (przyrządy z cewką krzyżową) łączone są z kilkoma parami elektrod i kreślą jednocześnie kilka krzywych przewodnictwa, każdą w innym kolorze (do 6 krzywych). Przyrządy tego rodzaju dają krzywe mniej wyraźne, w postaci oddzielnych kropek, kreślonych co prawda dosyć często, bo co 5 sekund, t. j. co 30 sekund na każdej krzywej. Ujemną stroną tych przyrządów jest to, że krzywe, aczkolwiek kreślone na taśmie bezpośrednio w chwili pomiaru, stają się widoczne dla obserwatora dopiero po pewnym czasie (30 — 45 min.) od chwili pomiaru, t. j. z dość znacznym opóźnieniem; według części krzywej, widocznej w przyrządzie, gotowacz nie może się orientować, co w danej chwili dzieje się w warniku, a tylko co się działo jakiś czas przedtem; krzywe służą tylko jako kontrola wzgl. „fotografia" pracy gotowacza. Przyrządy zapisujące wielobarwnie stosowane są głównie w przypadku, kiedy chodzi o kontrolę pracy na większej liczbie warników zaopatrzonych w elektrody; stosowany jest wtedy jeden ogólny przyrząd zapisujący; jednakże w celach prowadzenia waru według pomiarów

przewodnictwa elektrycznego cukrzycy, obwód każdej pary elektrod winien być zaopatrzony we własny przyrząd wskazujący, niezależnie od przyrządu zapisującego.

### *e) Ocena elektrycznej kontroli gotowania.*

Wnioski, jakie wypowiada Prof. Spengler na podstawie doświadczeń nad elektryczną kontrolą gotowania, są następujące: kontrola gotowania za pomocą pomiarów przewodnictwa elektrycznego cukrzycy jest nie tylko możliwa, ale i pożyteczna; na razie kontrola ta może być prowadzona na podstawie względnych wartości i wykresów, otrzymanych na warsztacie fabrycznym przy gotowaniu dobrych warów danego produktu przez dobrych gotowaczy; wykresy takie mogą służyć jako wzór przy gotowaniu w tych samych warnikach dalszych warów tego samego produktu przy mało różniących się czystościach; w przyszłości należałoby jednakże opracować obszerne tablice i wzorcowe wykresy gotowania, w których wpływ wszystkich czynników (Brix, temperatura, czystość) na przewodnictwo byłby wszechstronnie i dokładnie uwzględniony.

Co dotyczy cukrowni niemieckich, to niektóre z nich wyraziły się z pewną rezerwą o nowym sposobie kontroli gotowania, inne zaś — dodatnio. Główne zarzuty, czynione elektrycznej kontroli gotowania są: kontrola tego rodzaju daje możność stwierdzenia (konstatowania) tego, co się dzieje w warniku, ale nie daje możności zasadniczego ulepszenia pracy, uniknięcia błędów i wyjaśnienia szeregu wątpliwości, jakie często powstają podczas gotowania; pomiary przewodnictwa elektrycznego nic nie mówią o wielkości i równomierności rosnącego w warniku kryształu, nie dają podstaw do sądzenia o tym, czy ilość zawiązanego kryształu jest odpowiednia, nie dają możności ugotowania kryształu o z góry wiadomej wielkości ziarna. W przypadku zmiennego składu soków, odcieków i klarówek i dociągania różnych ich ilości do poszczególnych warów oraz w przypadku większych wahań temperatury (wzgl. próżni), dany wykres gotowania nie może być zastosowany do szeregu warów tego samego produktu.

W pewnej liczbie cukrowni zastosowanie elektrycznej kontroli gotowania i wzorcowych wykresów dało natomiast dobre wyniki i przyczyniło się nawet do wyjaśnienia szeregu zjawisk. W jednym z warników, w którym stale tworzyła się mąka, stwierdzono złą cyrkulację cukrzycy na skutek wadliwie zbudowanej komory grzejnej; w pewnym czasie po rozpoczęciu gotowania elektrody, wbudowane pod komorą grzejną warnika, zaczynały słabo reagować na dociągi lub reagowały z opóźnieniem; dopiero po otwarciu bełkotek parowych odchylenia przyrządu pomiarowego stały się normalne i cyrkulacja bardziej energiczna. W jednej cukrowni stwierdzono na podstawie wykresów przewodnictwa elektrycznego, że w warnikach nowego typu komory grzejne zbudowane były racjonalnie pod względem cyrkulacji cukrzycy, a w warnikach starego typu — wadliwie; cyrkulację w starych warnikach, którą stale kontrolowano za pomocą elektrycznego przyrządu pomiarowego, udało się poprawić przez wbudowanie bełkotek parowych. Stwierdzono przy tym, że pęcherzyki pary z bełkotki parowej bądź rzeczywiście oddają część swego ciepła otaczającej cukrzycy, bądź tylko rozcieńczają masę, na co jednocześnie wskazywałby dłuższy czas gotowania. W innej cukrowni zamiast starych warników ustawiono nowe, o większej pojemności, i doświadczeni gotowacze bardzo chętnie posługiwali się przyrządami pomiarowymi dla ułatwienia sobie orientacji,

Bardzo ciekawą była kontrola warów, w których kryształ zawiązywany był przez dociąganie pudru; udało się ustalić, przy jakich spółczynnikach przesycenia dociąganie pudru jest najkorzystniejsze; okazało się, że przy zawiązaniu kryształu przez dociąganie pudru spółczynniki przesycenia są niższe, aniżeli przy zwykłym zawiązaniu kryształu. W innej znowu cukrowni przekonano się, jak wielki wpływ na przewodnictwo wywiera czystość gotowanego produktu: przy gotowaniu warów melisowych o czystości ok. 98 przyrząd pomiarowy wykazywał bardzo małe odchylenia po dociągach, tylko ok. 10 miliamp. (znaczna oporność syropu o wysokiej czystości), podczas gdy przy gotowaniu cukru surowego odchylenia były normalne, 50—100 miliamperów; przez dwukrotne zwiększenie napięcia prądu, zasilającego przyrządy pomiarowe, na warnikach melisowych osiągnięto większe odchylenia strzałki przyrządów. Elektryczną kontrolę gotowania próbowano zastosować i do niższych rzutów; stwierdzono przy tym większe wahania w składzie produktów niższych, aniżeli cukrzycy I, co odbijało się bezpośrednio na wykresach przewodnictwa; ku końcowi gotowania każdego waru krzywe przewodnictwa obniżały się dość znacznie ze względu na silny wzrost lepkości; w jednej z cukrowni z powodzeniem posługiwano się wykresami, otrzymanymi za pomocą przyrządu zapisującego przy gotowaniu ostatniego rzutu, do gotowania dalszych warów tego rzutu wtedy, kiedy czystości warów mało różniły się między sobą; zgotowane w ten sposób wary były bardziej równomierne, co ułatwiło pracę w produktowni.

Rzeczą ciekawą jest stwierdzenie indywidualnych metod gotowania u poszczególnych gotowaczy na podstawie wykresów przewodnictwa; jedni gotowacze mocno zagęszczają war, a następnie rozrzedzają większymi dociągami (większa amplituda wahań przewodnictwa podczas gotowania); inni są bardziej ostrożni, słabiej zagęszczają cukrzycę i robią większą ilość mniejszych dociągów; inni znowuż starają się gotować za pomocą stałego dociągu (minimalna amplituda wahań przewodnictwa) (rys. 26 i 27). W niektórych cukrowniach gotowacze chętnie posługiwali się przyrządami kontrolnymi; ustaliwszy sobie uprzednio, przy jakiej wielkości prądu wzgl. oporności należy zaczynać i przerywać dociągi, prowadzili oni gotowanie w znacznej mierze według przyrządów pomiarowych. Elektryczne przyrządy kontrolne okazywały duże usługi zwłaszcza wtedy, kiedy gotowacze zajęci byli zawiązaniem kryształu lub spuszczaniem waru na sąsiednich warnikach (rzut oka na przyrząd kontrolny wystarczał, aby zorientować gotowacza o stanie waru na danym warniku), oraz w końcu kampanii, kiedy produkty były gorsze i gotowanie trudniejsze. W przypadku doświadczonych gotowaczy, którzy obsługują małą liczbę warników, przyrządy kontrolne mogą być zbyteczne; natomiast w większych cukrowniach, produkujących kryształ konsumcyjny, przyrządy kontrolne mogą się okazać pożyteczne.

Próbowano zastosować pomiary przewodnictwa elektrycznego do kontroli krystalizacji cukrzyc ostatniego rzutu w mieszadłach. Oczywiście, znaczenienie tu mogą mieć tylko przyrządy zapisujące, a nie wskazujące. Otrzymane krzywe wykazują stopniowy spadek przewodnictwa na skutek spadku temperatury i wzrostu lepkości; spadek ten jest większy od wzrostu przewodnictwa, spowodowanego wzrostem zawartości soli w odcieku międzykryształowym; poza tym na krzywych wyraźnie są widoczne chwilowe wzrosty przewodnictwa przy każdym dodaniu wody do mieszadła; prawidłowej zależności pomiędzy przewodnictwem, Brixem i spółczynnikiem czystości odcieku międzykryształowego krzywe jednakże nie wykazują, prawdopodobnie ze względu na znaczny spadek temperatury podczas krystalizacji w mieszadłach.

### 5. Doświadczenia, wykonane w innych krajach.

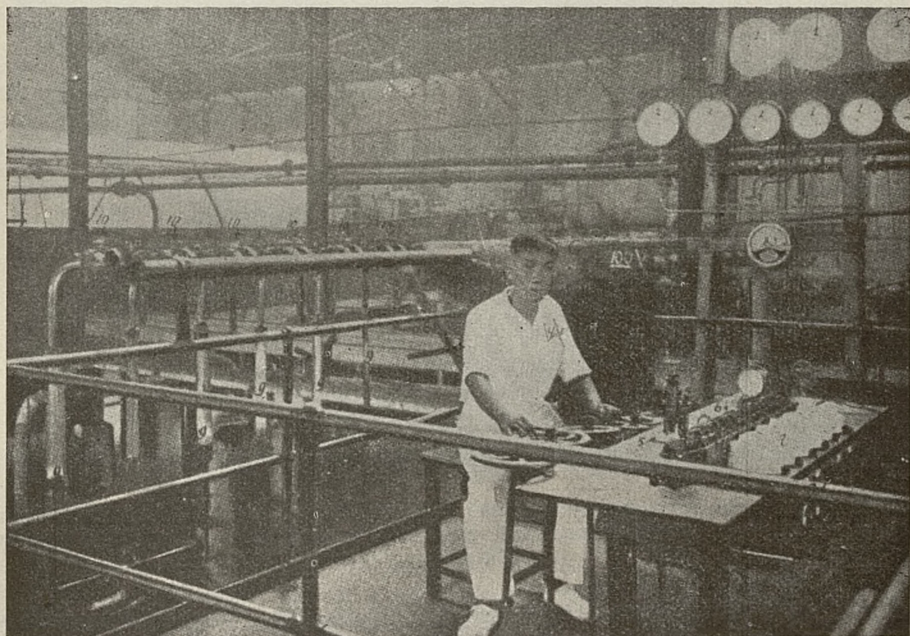
W Szwecji również wykonane były próby zastosowania przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania. Próby wykonane były przez Stare'a w rafinerii Sztokholmskiej przy gotowaniu kryształu rafinerskiego dwóch rzutów (czystość cukrzyc 99 — 100 i 98). Użyty był przyrząd, pochodzący z firmy Werkspoor w Amsterdamie. Warnik, na którym robione były próby, zaopatrzony był jednocześnie w refraktometr warsztatowy Zeissa; do natychmiastowego sprawdzania zależności przewodnictwa elektrycznego od spółczynnika przesycenia syropu międzykryształowego posługiwano się ułożonymi przez Stare'a nomogramami, z których na podstawie Brixa refraktometrycznego i temperatury można było bezpośrednio odczytać spółczynnik przesycenia dla syropów międzykryształowych o pewnej czystości. W celu uniknięcia silnych wahań strzałki przyrządu pomiarowego na początku gotowania (pęcherzyki pary, utlenienie powierzchni elektrod) Stare zastosował elektrody pozłocone, o dużej powierzchni. Ze względu na zastosowanie kontroli do warów rafinerskich o wysokiej czystości należało zwiększyć napięcie prądu, zasilającego elektrody; w tym celu na początku waru, po wciągnięciu ulepu do warnika i przed jego zagęszczeniem ustawiano opornik tak, aby odchylenie miliamperomierza wynosiło ok. 100 miliamp.; wtedy odchylenia mniejsze przy dalszym gotowaniu, były jednak wystarczające, a pomiary—dokładne. Takie ustawianie przyrządu pomiarowego na maksymalne odchylenie przed zagęszczeniem w celu otrzymania dostatecznie dużych odchyleń w dalszych okresach gotowania praktykowane było przez innych badaczy dla zwykłych warów cukrzycy I. Powstaje jednak pytanie, czy ze względu na znaczne wahania w Brixie soku gęstego (od 50 do 65) przyrząd należy ustawiać na maksymalne odchylenie natychmiast po wciągnięciu soku do warnika, czy dopiero po pewnym jego podgęszczeniu. W pierwszym przypadku, zwłaszcza przy niskich Brixach soku gęstego, dokładność odchyleń przyrządu pomiarowego może się okazać niewystarczająca w dalszych okresach gotowania; w drugim przypadku należałoby oznaczyć stopień podgęszczenia soku w warniku, czyli zastosować refraktometr laboratoryjny lub warsztatowy (dodatkowe oznaczenie i koszty). Ustawianie przyrządu pomiarowego na maksymalne odchylenie w chwili doprowadzenia soku do próby „na nitkę", proponowane przez Spenglera, jest za późne, gdyż w tym okresie przyrząd winien już dawać gotowaczowi określone wskazówki.

W rafinerii Sztokholmskiej udało się prowadzić gotowanie według przyrządu kontrolnego, nie pobierając prób z kranu warnika; otrzymano przy tym dobrze wirujące się cukrzyce oraz wyższą wydajność kryształu rafinerskiego o ładnym ziarnie, wolnym od mąki i zlepieńców.

Próby elektrycznej kontroli gotowania i zastosowania otrzymanych wykresów do gotowania dalszych warów danego rzutu wykonane były w Czechosłowacji przez Vašatko, Panzera i Šanderę. Otrzymane przez tych badaczy krzywe przewodnictwa elektrycznego ulegały pewnemu słabemu obniżeniu ku końcowi gotowania na skutek wpływu kryształu, wzrastającej lepkości i spadku temperatury. Šandera stwierdził, że przebieg krzywych przewodnictwa dla danego rzutu zależy nie tylko od sposobu (metody) gotowania, ale w znacznym stopniu też od konstrukcji elektrod, od ich umieszczenia w warniku i od typu przyrządu pomiarowego; z tego względu można się posługiwać, jako wzorcowymi przy gotowaniu dalszych warów, tylko takimi krzywymi, które otrzymane były za pomocą tych samych elektrod i tego samego przyrządu pomiarowego przy tym samym

sposobie (tej samej metodzie) gotowania. Stwierdzono również, że skala przyrządu pomiarowego winna być dostosowana do każdego poszczególnego waru (regulowanie za pomocą opornika). Wykonane w Czechosłowacji próby dały na ogół wyniki bardzo pomyślne. Gotowacze ocenili zalety nowego sposobu kontroli, zupełnie obiektywnego, który, dając prostą zależność między przewodnictwem a gęstością syropu międzykryształowego, stanowi pewniejsze kryterium przy sądzeniu o stanie waru, aniżeli obserwacja ruchu cukrzycy i wielkości pęcherzyków pary w szkle wziernym.

W związku z zastosowaniem konduktometrii do kontroli gotowania, Dejmek i Stern wykonali próby laboratoryjne, a Šandera — próby warsztatowe nad możnością zastosowania pomiarów przewodnictwa do kontroli stopnia zagęszczenia soku z wyparki. Próby laboratoryjne wykazały, że gęstość soku o Brixie powyżej 50 może być oznaczana na podstawie przewodnictwa z dokładnością od $\pm$ 1° do $\pm$ 2° Brixa tylko w przypadku, jeżeli temperatura soku nie waha się więcej jak o $\pm$ 2°, a zawartość popiołu o $\pm$ 0,2% na 100 cz. cukru; w przypadku soków o Brixie poniżej 50 i soków o niskiej zawartości popiołu dokładność pomiarów szybko maleje. W przypadku, gdyby warunki powyższe nie były zachowane, oznacza-



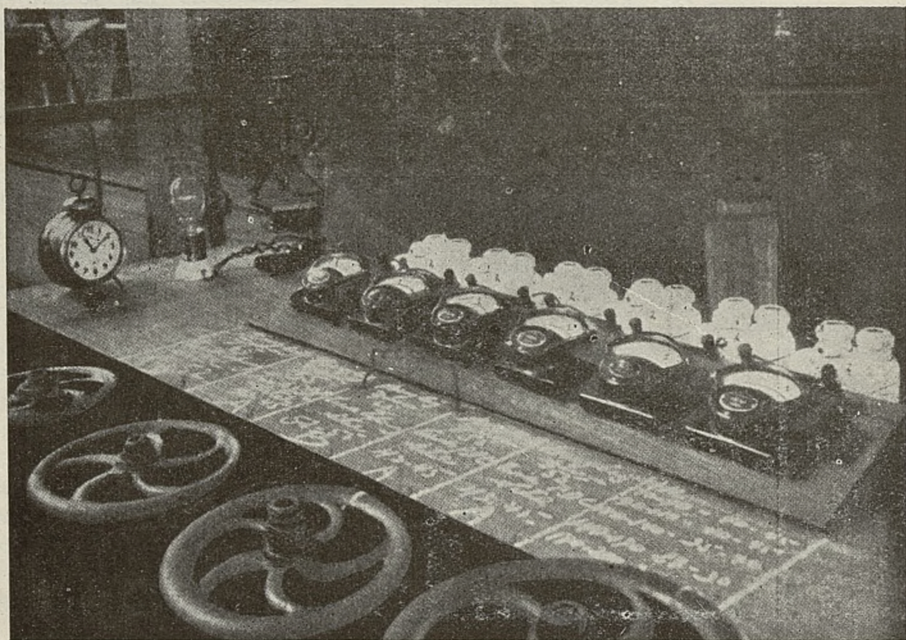
Rys. 33. Widok centrali do kontroli i obsługi stacji warników na podstawie pomiarów przewodnictwa cukrzycy. (wg van Dorta).

nie gęstości soku wymagałoby odpowiednich poprawek. Doświadczenia fabryczne wykazały, że konduktometryczna kontrola gęstości soku z wyparki i klarówek jest rzeczą możliwą, pomimo, że szereg czynników, poza gęstością, powoduje wahania do $\pm$ 2° Brixa; przy zastosowaniu odpowiednich poprawek na temperaturę i na zawartość elektrolitów wahania te mogą być zmniejszone. Wspomnieć tu należy o tym, że próby kontroli gęstości soku z wyparki na podstawie przewodnictwa elektrycznego wykonane były również przez Hortona w Australii.

Przyrządy do elektrycznej kontroli gotowania fabrykowane są w Czechosłowacji przez firmę Roučka obecnie Sochor w Blansko. W swoim czasie przyrząd czeski nabyty był przez p. dyr. W. Rosińskiego, który pierwszy w Polsce zastosował (w cukrowni Horodenka) pomiary przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania cukrzyc.

W Anglii przyrządy do elektrycznej kontroli gotowania, wskazujące i zapisujące, wykonywane są przez firmy „The Sugar Manufacturers' Supply Co. Ltd." (Londyn) i „Mirrlees Watson Co. Ltd." (Glasgow).

Chcielibyśmy wreszcie podać opis centrali do kontroli i obsługi stacji warników przez jednego człowieka na podstawie pomiarów konduktometrycznych. Centralę tę urządzono w jednej z cukrowni jawajskich według wskazówek Alewijna. Opisana ona była przez van Dorta.



Rys. 34. Widok stołu gotowacza z miliamperomierzami i wypisanymi instrukcjami do kontroli i prowadzenia gotowania na podstawie pomiarów przewodnictwa cukrzycy. (wg van Dorta).

Ogólny widok centrali przedstawiony jest na rys. 33. 1—są to termometry wskazujące i zapisujące temperaturę dociąganych soków i odcieków; 2—wakumetry połączone z poszczególnymi warnikami; 3—woltomierz; 4—opornik do regulowania napięcia prądu, zasilającego elektrody; 5 — mikroskop do sprawdzania, czy w cukrzycy nie wytworzyła się mąka; 6—sześć miliamperomierzy, połączonych z elektrodami w poszczególnych warnikach; 7—kontakty elektryczne z bezpiecznikami; 9—szkła soko- i wodowskazowe; 10 — wentyle wodne; 11 — wentyle dociągowe sokowe i odciekowe. Na rys. 34 widoczny jest stół gotowacza z miliamperomierzami i wypisanymi instrukcjami.

---

Kończymy niniejszy referat słowami Conklina: „Pomiary przewodnictwa elektrycznego nie są uniwersalnym środkiem na wszystkie nasze

bolączki, dotyczące gotowania, dają one jednak cenne wskazówki do dalszych ulepszeń oraz możność rozszerzenia naszych wiadomości w dziedzinie gotowania".

Panu Profesorowi K. Smoleńskiemu serdecznie dziękuję za wskazówki, udzielane mi przy opracowaniu powyższego tematu.

---

STRESZCZENIE.

Podane są ogólne podstawy zastosowania pomiarów przewodnictwa elektrycznego do kontroli gotowania cukrzyc. Przewodnictwo elektryczne stężonych roztworów cukrowych zależy głównie od ich lepkości i maleje w miarę wzrostu stężenia i stopnia przesycenia roztworu. Krzywe zmian przewodnictwa względnie oporności gotującej się w warniku masy wyraźnie ilustrują przebieg gotowania: przewodnictwo maleje (oporność wzrasta) podczas zagęszczania i wzrasta (oporność maleje) podczas rozrzedzania cukrzycy przez dociągi. Podana jest krzywa zmian oporności cukrzycy (rys. 25) w czasie gotowania waru; jest to jedna z wielu krzywych, otrzymanych przez C. L. C. podczas trzyletnich doświadczeń nad zastosowaniem elektrycznej kontroli gotowania.

Na podstawie podanej w końcu artykułu literatury opisane są doświadczenia nad elekryczną kontrolą gotowania, wykonane przez różnych badaczy na Jawie, we Francji, w Niemczech, w Szwecji, w Czechosłowacji oraz opisane przyrządy zastosowane przy tych doświadczeniach. Jednocześnie streszczono wnioski z powyższych doświadczeń i podano krótką ocenę nowego sposobu kontroli pracy na stacji warników.

---

## Contrôle des cuites par la conductibilité électrique.

par l'Ingénieur M. WERKENTHIN.

*Résumé.*

*Les principes généraux de l'application des mesures de la conductibilité électrique au contrôle des cuites sont tracés en raccourci. La conductibilité électrique des solutions sucrées concentrées dépend surtout de leur viscosité et décroît, lorsque la concentration et le degré de sursaturation de la solution augmentent. Les courbes des variations de la conductibilité ou bien de la résistance électriques de la masse caractérisent nettement la marche de la cuite: la conductibilité décroît (la résistance augmente), lorsque la masse est concentrée et augmente (la résistance décroît) lorsque la masse est diluée par les charges. On présente ensuite une courbe des variations de la résistance de la masse pendant la cuite (fig. 25); c'est une des nombreuses courbes obtenues par le Laboratoire Central au cours d'essais triennaux sur l'application des mesures électriques au contôle des cuites.*

*En se basant sur les travaux spéciaux dont la liste est présentée à la fin de l'article on donne une courte description des essais effectués par différents chercheurs au Java, en France, en Allemagne, en Suède et en Tchécoslovaquie sur le contrôle électrique des cuites et une description des appareils employés dans ce but. Suit un bref examen de quelques conclusions et l'évaluation du nouveau mode de contrôle des cuites.*

---

LITERATURA.

1. J. Peller. Studium der elektrischen Leitfähigkeit der Melasse und der Nachproduktarbeit. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **55** (1930/31), 399, 643.
2. K. D. Dekker. Control of the Sugar-Boiling Process by the Electrical Conductivity of the Massecuite. Archief Suik. Ned. Indie **40** (1932), D. II, 653; Facts ab. Sug. **27** (1932), 448.
3. P. Honig, W. F. Alewijn. Control of Pan Boiling by the Electrical Conductivity Method. Archief Suik. Ned. Indie **40** (1932), D. III, 1181; Int. Sug. Journ. **35** (1933), 111; Facts ab. Sug. **27** (1932), 535.
4. F. Tödt. Die praktische Bedeutung von Leitfähigkeitsmessungen für die Kontrolle des Kochprozesses. D. Zuckerind **57** (1932), 708.
5. O. Spengler, F. Tödt, J. Wigand. Die Kontrolle des Verkochens von Zuckersäften unter Benutzung der elektrischen Leitfähigkeit. Z. V. D. Z. **82** (1932), 789; **83** (1933), 44, 822; **84** (1934), 93, 443, 789.
6. A. Courrière. Le contrôle scientifique des appareils à cuire. Le Tarphomètre. Betterave **42** (1932), Nr. 561, 17; **44** (1934), Nr. 576, 5.
7. A. Courrière. Le contrôle des cuites par la conductibilité électrique. Suppl. Circ. Hebd. **45** (1933), Nr. 2333.
8. E. Saillard. Le Tarphomètre Courrière. Contrôle des cuites par la conductibilité électrique. Suppl. Circ. Hebd. **44** (1932), Nr. 2275, 2279; **45** (1933), Nr. 2284, 2328; **46** (1934), Nr. 2360, 2364.
9. J. Vašatko, D. Panzer. Kochkontrolle durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **58** (1933/34), 86.
10. O. Spengler, F. Tödt, J. Wigand. Die Leitfähigkeit als Mass für die Zähigkeit von Zuckerfabriksprodukten. Z. V. D. Z. **83** (1933), 685.
11. S. Stare. Konduktometrische Kontrolle des Verkochens. Z. V. D. Z. **83** (1933), 807.
12. A. Polhausen. Praktische Versuche betr. die Kontrolle mittels elektrischer Leitfähigkeitsmessung. Z. V. D. Z. **84** (1934), 283.
13. W. F. Alewijn. Simple Method of Boiling After-Product Sugars using Electrical Conductivity Control. Archief Suik. Ned. Indie **41** (1933), Meded. Nr. 11, 309, 330; Int. Sug. Journ. **35** (1933), 352, 465; Centralbl. Zuckerind. **41** (1933), 917.
14. P. Honig; W. F. Alewijn. Investigations on the Boiling Process in 1933. Archief Suik. Ned. Indie **42** (1934), Meded. Nr. 21, 789; Facts ab. Sug. **30** (1935), 103.
15. P. Honig, P. C. Nicola, J. Corver. Viscosity and Conductivity of Supersaturated Sugar Solutions. Archief Suik. Ned. Indie **42** (1934), Meded. Nr. 29, 1053; Int Sug. Journ. **37** (1935), 232; Facts ab. Sug. **30** (1935), 179.
16. The Cuitometer and the Cuitometer Recorder. Int. Sug. Journ. **35** (1933), 197; **38** (1936), 191.
17. Vacuum Pan Operations. Proc. Queensland Soc. Sug. Techn. **5** (1934), 9; Int. Sug. Journ. **36** (1934), 232.
18. T. K. L. van Dort. Sugar Boiling with Electrical Control from a Central Service Station. Archief Suik. Ned. Indie **42** (1934), Meded. Nr. 6, 186; Facts ab. Sug. **29** (1934), 202.
19. D. G. Conklin. Conductivity Control of Pan Boiling. Proc. Assoc. Haw. Sug. Techn. **13** (1934), 115.
20. S. B. Best, J. C. B. Davidson. Conductivity Control in Boiling Low Grade Massecuites. Proc. Queensland Soc. Sug. Techn. **6** (1935), 89; Facts ab. Sug. **30** (1935), 221; Int. Sug. Journ. **37** (1935), 222.
21. M. H. Lindo. The Heemaf Sugar-Boiling Control Apparatus. Tijd. Beetwortelsuikerfabr. Raffin. **30** (1935), Nr. 10, 113; Facts ab. Sug. **30** (1935), 261.
22. J. Dědek. Die Rübenkampagne 1932 in Mähren und Schlesien. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **58** (1933/34), 279.
23. J. Vašatko. Kochapparate. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **59** (1934/35), 444.
24. V. Dejmek, F. Stern. Grenzen der Anwendbarkeit der konduktometrischen Saccharisationsbestimmung von Säften bei der Verdampfung. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **59** (1934/35), 417.
25. K. Šandera. Die konduktometrische Kontrolle der Füllmasseverkochung. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **60** (1935/36), 145, 153.
26. K. Šandera. Konduktometrische Bestimmung der Dichten von Säften und Klären. Z. Zuckerind. Čechoslov. Rep. **61** (1936/37), 1.
27. J. Wigand. Betriebskontrolle durch Leitfähigkeitsmessung. Centralbl. Zuckerind. **43** (1935), 252.

28. H. Gaertner. Nachprodukten-Arbeit. Centralbl. Zuckerind. **43** (1935), 150; Deut. Zukkerind. **60** (1935), 881.

29. Control of the Density of the Syrup leaving the Evaporator using the Cuitometer. Int. Sug. Journ. **37** (1935), 352.

30. D. L. Mc Bride. Pan Boiling by Conductivity Control. Int. Sug. Journ. **38** (1936), 172, 224, 259.

---

VIII.

Inż. M. WERKENTHIN.

# Ocena wartości afinacyjnej i rafineryjnej cukrów surowych.*)

## 1. Ocena cukrów surowych według Rendement.

Wartość surowych cukrów buraczanych oceniana była dotychczas powszechnie na podstawie Rendement.

Pierwszym, który zaproponował obliczanie wartości rafineryjnej cukrów surowych przez odjęcie od polaryzacji pięciokrotnej zawartości popiołu, był Monnier (1862 r.). Na podstawie swych badań Monnier znalazł, że 1 część popiołu powstrzymuje od krystalizacji 5 części cukru. Powyższy sposób oceny cukrów surowych zastosowany był po raz pierwszy na Giełdzie Paryskiej i w krótkim czasie rozpowszechnił się w Niemczech i w Anglii. W Niemczech zastosowanie Rendement usilnie propagowane było przez Sostmana, który starał się udowodnić słuszność spółczynnika 5.

Wkrótce przekonano się jednakże, że ilość niekrystalizującego cukru zależy nie tylko od ilości, ale i od składu popiołu i że niecukry organiczne również posiadają własności melasotwórcze, co należało uwzględnić przy obliczaniu Rendement. Starano się ustalić stosunek pomiędzy zawartością popiołu i niecukrów organicznych w cukrach surowych, otrzymano jednakże wyniki rozbieżne. Zaproponowano szereg wzorów do obliczania Rendement, w których uwzględniona była nie tylko zawartość popiołu, ale i zawartość niecukrów organicznych, naprz. Weiler i Herzfeld: R = Pol. — (2 × niecuk. ogóln.); Związek Rafineryj Niemieckich: R = Pol. — ($2^1/_4$ × niecuk. ogóln.); Cukrownie Austrjackie: R = Pol. — (niecuk. organ. + $2^1/_2$ × popiół) i t. p.

Powyższe starania o zbliżenie wartości Rendement do rzeczywistej wydajności cukru rafinowanego z cukru surowego pozostały prawie bezskuteczne; powszechnie przyjęte wzory do obliczania Rendement, zawierające

*) Gaz. Cukr. **78**, (1936), 339 i 363.

mnożnik 5 dla popiołu, mocno zakorzeniły się w handlowej ocenie cukrów surowych.

Wartość rafineryjna cukru surowego zależy poza tym od odczynu cukru i od zawartości w nim inwertu. Kwaśny odczyn cukrów surowych i zawartość inwertu uwzględniane są przez wprowadzanie do wartości Rendement odpowiednich poprawek; wielkości przyjętych w różnych krajach poprawek są różne, tak naprzykład: od Rendement odejmowana jest trzykrotna lub pięciokrotna zawartość inwertu; w przypadku kwaśnych cukrów Rendement zmniejszane jest o pewien ułamek stopnia. Według prof. Spenglera w Niemczech od wartości Rendement = Pol. — 5 × popiół odejmowana jest 7-krotna zawartość inwertu, jeżeli zawartość inwertu leży w granicach od 0,05% do 0,20% dla cukrów surowych I rzutu i w granicach od 0,05% do 0,50% dla cukrów dalszych rzutów. Zawartość inwertu mniejsza niż 0,05% nie jest brana pod uwagę. Cukry o zawartości inwertu, przekraczającej wyżej wskazane granice, mogą być odrzucane przez stronę kupującą. Rendement kwaśnych cukrów zmniejszane jest o 0,25°.

W ostatnim dziesięcioleciu podniosły się z nową siłą głosy przeciwko ocenie cukrów surowych wyłącznie na podstawie Rendement. Wartość Rendement budzi wątpliwości już ze względu na mnożnik 5, zastosowany do popiołu bez względu na jego skład i siłę melasotwórczą. W ogólnie przyjętych wzorach do obliczania Rendement nie są uwzględnione własności melasotwórcze niecukrów organicznych. Przy obliczaniu Rendement uwzględnia się ogólną zawartość popiołu, oznaczoną przez spopielanie, a więc popiół rozpuszczalny i nierozpuszczalny. Melasotworem jest tylko popiół rozpuszczalny, zawartość którego najłatwiej jest oznaczyć metodą konduktometryczną. Zastosowanie tej metody do analiz cukrów surowych dałoby wartości Rendement, bardziej zbliżone do prawdy. Popiół nierozpuszczalny poważniejszego wpływu na przebieg rafinowania nie wywiera, a przy obliczaniu Rendement zawartość jego zostaje sama przez się uwzględniona w polaryzacji i nie ma racji uwzględniać go powtórnie, jako część składową popiołu ogólnego.

Poza tym Rendement nic nam nie mówi ani o łatwości, z jaką dany cukier surowy będzie się afinował, ani o ilości i jakości afinady i odcieków od afinowania, ani o zabarwieniu i klarowności ulepów, podlegających cedzeniu przez węgle odbarwiające, — nic o nakładzie pracy i kosztów, związanych z afinowaniem i rafinowaniem cukru surowego.

## 2. Wartość rafineryjna cukrów surowych.

Taka niewystarczalność oceny cukru surowego na podstawie Rendement przyczyniła się do powstania całego szeregu innych metod oceny, które w większości przypadków miały służyć *tylko jako uzupełnienie* do Rendement. Zaproponowane metody starały się uwzględnić te własności cukru surowego, poza jego składem chemicznym, które wpływają na przebieg jego dalszego przerobu.

Dalszy przerób cukru surowego kształtuje się w sposób następujący: w pewnych przypadkach (naprz. w niektórych cukrowniach niemieckich) cukier surowy ulega tylko afinowaniu; otrzymywany cukier afinowany (afinada) jest takiej jakości, że może być wypuszczany bezpośrednio na rynek, jako cukier konsumcyjny. W większości przypadków cukier surowy poddawany jest w rafinerii przede wszystkim afinowaniu na wirówkach za pomocą roztworów cukru różnej czystości i gęstości, zależnie od przyjętych w danej rafinerii sposobów roboty. Otrzymaną afinadę poddaje się właściwemu rafinowa-

niu: afinadę rozpuszcza się i otrzymany ulep czyli syrop, poddaje się cedzeniu mechanicznemu w celu usunięcia grubszych zawiesin, a następnie — cedzeniu przez węgle odbarwiające w celu usunięcia substancyj barwnych i koloidalnych oraz innych adsorbowanych przez węgle niecukrów; oczyszczony w ten sposób ulep krystalizuje się w warnikach; otrzymany cukier, posiadający już wysoką czystość, poddawany jest zabielaniu, suszeniu i t. d.

Zaznaczyć należy, że w rafineriach polskich stosowany jest jako surowiec przeważnie cukier biały.

Jakość i wydajność cukru rafinowanego oraz przebieg afinowania i rafinowania zależą przede wszystkim od jakości surowca, t. j. w omawianym przypadku od jakości cukru surowego. Co dotyczy wartości cukru surowego w szczególe z punktu widzenia samego rafinowania, to uzależniona ona jest głównie od zawartości w nim sacharozy i od jakości i ilości niecukrów, od których sacharoza może być oddzielona z większą lub mniejszą łatwością. Na przebieg rafinowania w silnym stopniu wpływa zawartość w ulepach mętów, zawiesin koloidalnych i rozpuszczonych koloidów. Proces rafinowania jest w ogóle tak wielostronny, że całkowita ocena cukru surowego ze wszystkich punktów widzenia, mających znaczenie przy rafinowaniu, nie jest łatwa. Rzeczą niemniej trudną, a właściwie prawie niemożliwą, jest ustalenie *laboratoryjnej metody wszechstronnej oceny* wartości rafineryjnej cukru surowego.

### 3. Wartość afinacyjna cukrów surowych.

Większa część zaproponowanych dotychczas metod uzupełniającej oceny cukru surowego dotyczyła przeważnie jego *wartości afinacyjnej*. Zdolność afinacyjna cukru surowego w znacznym stopniu zależy od równomierności i wielkości kryształu. Najlepiej afinuje się duży, równomierny kryształ; afinowanie drobnego kryształu jest trudniejsze ze względu na dużą jego powierzchnię i na znaczną ilość przylegającego odcieku; w przypadku drobnego kryształu wydajność afinady jest mniejsza, aniżeli przy krysztale grubym, zawartość zaś cukru w otrzymywanych odciekach — większa. Najgorzej afinuje się cukier o nierównomiernym krysztale: drobne kryształy i mąka zalepiają przejścia między grubszymi kryształami, zatrzymując odciek, zabiał i drobną mączkę; dlatego też domieszka cukru niższego rzutu o krysztale drobnym do cukru surowego I rzutu jest tak szkodliwa i niepożądana.

Ważną rolę w całym procesie rafinowania odgrywa jakość samego ziarna cukru surowego: żadne afinowanie nie jest w stanie poprawić zabarwionego i zanieczyszczonego niecukrami jądra kryształu; otrzymywane z afinady ulepy są mocno zabarwione i posiadają niską czystość; cedzenie i odbarwianie takich ulepów połączone jest z wyższymi kosztami i t. d. Nieprawidłowy kształt kryształów, obecność kryształów cienkich, płaskich, kryształów bliźniaczych i zlepieńców ujemnie wpływa na przebieg afinowania i na jakość afinady. Im większa jest zawartość kryształu w cukrze surowym i im niższa zawartość odcieku, tym wyższa jest wydajność afinady. Zawartość kryształu w cukrze surowym nie jest jednakże wartością proporcjonalną do handlowego Rendement. Cukry surowe o równomiernej zawartości łatwo zmywającego się, ruchliwego odcieku łatwiej się afinują i dają bielszą afinadę; dlatego też świeży cukier surowy lepiej się afinuje od przechowywanego w ciągu dłuższego czasu. Przylegający do cukru surowego odciek winien być jak najniższej czystości tak, aby dalsze otrzymywanie cukru z odcieków od afinowania było możliwie proste i mało kosztowne. Zabarwienie i czystość otrzymywanej afinady oraz jej wydajność mogą do pew-

nego stopnia służyć za podstawę do sądzenia o zdolności afinacyjnej cukru surowego.

Jak widać, na wartość afinacyjną cukru surowego składa się cały szereg jego własności fizycznych i chemicznych, których nie jest w stanie objąć laboratoryjna metoda oceny. Z tego względu próbowano wprowadzić metody czysto konwencyjnej oceny; taka ocena nie jest całkowitym wyrazem jakości danego cukru surowego, daje jednakże możność klasyfikacji i porównania cukrów między sobą.

### 4. Ocena cukrów surowych według ich wyglądu.

Co dotyczy samych metod oceny cukrów surowych, to przede wszystkim należy wspomnieć o metodzie najprostszej, stosowanej od dawna, a mianowicie o *porównaniu zewnętrznego wyglądu cukru surowego*, głównie jego zabarwienia, a nawet wielkości i równomierności kryształu, *z szeregiem ustalonych typów*. Próbki typowych cukrów surowych zwykle umieszczane są w czterograniastych słojach ze szkła bezbarwnego; próbki badanych cukrów wsypywane są do takich samych słojów; zabarwienie badanych cukrów porównywane jest z typami w sposób zwykły (na oko) w świetle *odbitym*; badany cukier oznaczany jest numerem tego typu, do którego najbardziej jest zbliżony. Porównanie cukrów w świetle odbitym daje pojęcie tylko o zewnętrznym zabarwieniu cukru, które w głównej mierze zależy od zabarwienia i ilości przylegającego odcieku, a nie od jakości i zabarwienia samego kryształu.

Pełniejszą poniekąd ocenę daje porównanie cukrów w świetle *przechodzącym*. Cienkie warstwy cukrów badanych i typów, umieszczone między dwiema bezbarwnymi szybkami tak, aby tworzyły warstwy ściśle jednakowej grubości, trzymane są na pewnej odległości od białej oświetlonej powierzchni; zabarwienie badanych cukrów porównywane jest z zabarwieniem typów. W danym przypadku zabarwienie porównywanych próbek uzależnione jest nietylko od ilości i zabarwienia odcieku, ale również od zabarwienia i wielkości samego kryształu. Kryształ drobny, t. j. o niższej wartości afinacyjnej, daje w świetle przechodzącym zabarwienie ciemniejsze, gdyż silniej pochłania i rozprasza światło; na skutek tego typ cukru drobnego będzie niższy. Należy zwracać uwagę na to, aby stopień ubicia cukrów między szybkami był jednakowy, co osiągnąć można przez odważanie jednakowej ilości każdej próbki.

Zabarwienie typów zmienia się pod wpływem oświetlenia i wyższej temperatury, przechowywać zatem typy należy w ciemności i w temperaturze normalnej.

### 5. Ocena cukrów surowych według zawartości kryształu.

Dalsze próby oceny cukru surowego polegały na oznaczaniu w nim *zawartości kryształu*. Zaproponowano cały szereg sposobów otrzymywania czystego, wolnego od odcieku kryształu ściśle w tej ilości, w jakiej on się znajduje w pierwotnym cukrze surowym (bez rozpuszczenia lub powtórnej krystalizacji). K a r c z zaproponował przemywanie cukru surowego bezwodną gliceryną; P a y e n (1846) stosował do tego celu mieszaniny alkoholu i kwasu octowego, nasycone cukrem; P e l l e t — roztwory alkoholu nasycone cukrem; S c h e i b l e r (1872) — szereg roztworów: mieszaninę alkoholu absolutnego i eteru, a następnie mieszaniny alkoholu i kwasu octowego, nasycone cukrem. G u n n i n g (1874) próbował wpro-

wadzić nieco zmienioną metodę Scheibler'a do oceny importowanych do Holandji cukrów surowych.

Koydl (1906) dokładnie zbadał i opracował metodę Scheibler'a: próbka cukru surowego przemywana była na sączku kolejno 5-oma roztworami, z których pierwszy przedstawiał mieszaninę słabszego alkoholu i pewnej ilości kwasu octowego, dalsze — mieszaniny coraz mocniejszego alkoholu i mniejszej ilości kwasu octowego, wreszcie ostatni — alkohol absolutny; cztery pierwsze roztwory nasycone były cukrem; przemyty cukier suszony był i ważony. Poza powyższymi roztworami Koydl zaproponował jeszcze inną serję: 8 różnych roztworów, składających się z nasyconych cukrem mieszanin rozcieńczonego alkoholu metylowego i rozcieńczonego acetonu, ze wzrastającym stężeniem acetonu od pierwszego do ostatniego roztworu. Koydl twierdzi, że cukry, dające żółty kryształ po próbnym przemyciu, dają złą afinadę na warsztacie, jednocześnie Koydl wypowiada przypuszczenie, że oznaczenie popiołu w przemytym cukrze dałoby możność sądzenia o tym, czy do cukru surowego domieszany jest cukier niższego rzutu i w jakiej ilości. Koydl przesiewał przemyte i wysuszone kryształy na 5-ciu sitach, od Nr. 20 do Nr. 50 i stwierdził, że cukry surowe zawierają kryształy wszystkich tych wielkości.

Roubinek i Knor (1924) wykonywali przemywanie cukrów surowych roztworami Koydla w gilzie ekstrakcyjnej na lejku cylindrycznym. O większej lub mniejszej zdolności afinacyjnej danego cukru Roubinek i Knor sądzili na podstawie szybkości przechodzenia roztworu przez warstwę cukru, stopnia wybielenia cukru oraz zabarwienia spływającego roztworu. Przemyty i wysuszony cukier ważono i segregowano przez sita na 9 wielkości. Najwyższą zdolność afinacyjną wykazały cukry o równomiernym ziarnie, zbliżonym do Nr. 30; kryształy Nr. 12 i 16 afinowały się gorzej, gdyż składały się przeważnie ze zlepieńców i kryształów bliźniaczych; im większa była domieszka kryształów bardzo drobnych, mniejszych od Nr. 50, tym gorzej afinował się cukier. W Czechosłowacji zaobserwowano w ciągu jednej kampanii bardzo złe afinowanie się cukrów surowych, okazało się, że zawartość w nich kryształu drobnego wynosiła $12^1/_2$%, mąki zaś — $2^1/_2$%.

Metoda Scheiblera i Koydla oraz pokrewne jej metody okazały się jednakże mało praktyczne i miarodajne: przygotowanie i przechowanie roztworów, używanych do przemywania cukru surowego, oraz sam proces kolejnego przemywania względnie dużą liczbą roztworów okazały się kłopotliwe; roztwory ulegały zmianom podczas przechowania (tworzenie się inwertu i estrów — Ehrlich); część cukru z odcieku wykrystalizowywała podczas przemywania (Claassen); otrzymywane wydajności kryształu były większe od rzeczywistych i t. d. Metody te nie przyjęły się w praktyce.

W jednej z prac Herzfelda znajdujemy propozycję zupełnie innego podejścia do oznaczania zawartości kryształu w cukrze surowym, a mianowicie propozycję obliczania zawartości kryształu z analiz cukru surowego i przylegającego do niego odcieku; jednakże, po wykonaniu odpowiednich prób, sam autor przyszedł do przekonania, że otrzymanie próbki odcieku w ilości, wystarczającej do analizy, jest rzeczą zbyt trudną, aby sposób ten mógł znaleźć zastosowanie praktyczne.

### 6. Ocena cukrów surowych według wyników próbnego afinowania.

W Holandii w ciągu długich lat stosowany był następujący sposób oceny i kontroli produkowanych cukrów surowych (publikacja d-ra Wagenaar-Hummelincka, 1913). Próbki cukrów surowych ze wszystkich

cukrowni krajowych nadsyłane były do laboratorium związkowego, gdzie oznaczano typ cukrów po próbnym afinowaniu. Próbne afinowanie wykonywane było wodą na wirówce laboratoryjnej na 200 *gr* cukru o 2000 obrotów bębna na minutę. Zabarwienie otrzymanej afinady porównywane było w sposób zwykły z zabarwieniem typów. Najgorszy typ cukru afinowanego oznaczony był liczbą 1, lepsze typy — liczbami ułamkowymi (0,6—0,8 i t. p.); typy przygotowywane były z cukrów surowych, co roku świeże, albo też przez zabarwianie białego kryształu odpornymi na światło barwnikami (sposób Prinsen-Geerligs'a). Typ zbadanej próbki niezwłocznie komunikowany był cukrowni i wnoszony do ogólnego wykresu, ilustrującego wartość afinacyjną cukrów surowych. Wykresy z całego szeregu lat (od 1911 do 1924 r.) wykazują stopniowy znaczny wzrost jakości kryształu holenderskich cukrów surowych. Opisana metoda jest prosta i łatwa i uwzględnia jedno z głównych wymagań rafineryj cukru, a mianowicie, aby samo jądro cukru surowego było jak najbielsze i najwyższej jakości.

Rafinerie niemieckie stosowały dawniej bardzo proste, nawet prymitywne sposoby oznaczania jakości ziarna cukru surowego. Próbkę cukru mieszano z wodą lub mniej lub więcej nasyconym roztworem cukru; po osadzeniu się cukru na dnie naczynia zlewano roztwór, oglądano pozostały kryształ i oceniano go na oko. Do oddzielenia kryształu od roztworu zaczęto później stosować specjalne sitka i lejki oraz wirówki laboratoryjne o względnie dużej pojemności bębna. Ehrlich (1909) proponował zabielać próbki cukru surowego na wirówce laboratoryjnej nasyconym roztworem cukru i oznaczać ilość i czystość otrzymanej afinady.

### 7. Ocena wartości afinacyjnej cukrów surowych według metody Berlińskiego Instytutu.

Pierwszy projekt stosowanej obecnie w Niemczech metody oceny wartości afinacyjnej cukrów surowych podany był przez Herzfelda jeszcze w roku 1912. Metoda ta uległa zmianom i ostatecznie opracowana została przez Herzfelda (1925) i Spenglera (1926) w dwóch modyfikacjach, jako *„całkowita metoda Berlińskiego Instytutu oznaczania zdolności afinacyjnej cukrów surowych"* i jako *„metoda skrócona"*. Na szczegółowym opisie tych dwu metod w tym miejscu zatrzymywać się nie będziemy, gdyż zostały one obszernie już opisane przez P. Inż. J. Zaleskiego[1]); podamy tylko krótki zarys tych metod.

Przy całkowitej metodzie Berlińskiej próbka cukru zabielana jest prawie *nasyconym roztworem cukru* na małej laboratoryjnej wirówce „Ecco", zaopatrzonej w specjalny bęben. Dla badanego cukru oznacza się następujące wartości: *1) zdolność do wirowania, 2) wydajność kryształu* i 3) *typ cukru afinowanego*. Zdolność do wirowania wyraża się liczbą gramów odcieku, oddzielonego w ciągu 20 sekund wirowania; im ta liczba jest większa, tym lepiej wiruje się dany cukier; cukry surowe o ziarnie nierównomiernym, drobnym, zawierające niższe rzuty, źle przepuszczają odciek i posiadają niską zdolność do wirowania. Wydajność kryształu oznacza się przez odważenie przebielonego i wysuszonego cukru i przez odjęcie od ogólnej ilości otrzymanego cukru tej ilości cukru, która wprowadzona została wraz z zabiałem. Typ cukru afinowanego oznacza się przez porówna-

---

[1]) Inż. J. Zaleski. Oznaczanie zdolności afinacyjnej cukrów surowych. Gaz. Cukr. 75 (1934), 207; Prace C. L. C. 1934 r., 175.

nie zabarwienia otrzymanej próbnej afinady z zabarwieniem pięciu typów, przygotowanych i dostarczanych przez Berliński Instytut Cukrowniczy; pierwszy typ jest najgorszy, piąty—najlepszy; porównywane są zabarwienia kryształów, a nie roztworów.

Przy skróconej metodzie Berlińskiej próbka cukru zabielana jest *wodą* na tej samej wirówce, jak przy metodzie całkowitej, sposób zabielania jest jednakże prostszy; dla badanego cukru oznacza się tylko typ cukru afinowanego. Metoda całkowita i metoda skrócona dają jednakowe typy cukru afinowanego. Metoda skrócona jest czysto jakościowa, jest ona łatwa, szybka i prosta w wykonaniu i może być stosowana w każdym laboratorium fabrycznym do codziennej kontroli produkowanych cukrów surowych. W cukrowniach niemieckich stosowana jest prawie wyłącznie motoda skrócona, metoda zaś całkowita—tylko w wypadkach wyjątkowych.

Przed wykonaniem próby afinowania należy zanotować, czy dany cukier surowy zawiera zlepieńce, jaka jest ich ilość, czy są one miękkie lub twarde. W otrzymanej próbnej afinadzie zlepieńce pozostają ciemniejsze od reszty kryształu; nie są one brane pod uwagę przy ustalaniu typu cukru afinowanego; jednakże należy również poczynić odpowiednie uwagi co do obecności zlepieńców oraz ich ilości w próbnej afinadzie.

Zabarwienie i wydajność próbnej afinady niekoniecznie muszą się zgadzać z zabarwieniem i wydajnością afinady, otrzymanej z tego samego cukru na warsztacie; istnieje jednak pewien stosunek pomiędzy danymi doświadczalnymi i warsztatowymi i próbne liczby dają możność sądzenia o względnej jakości i ilości afinady warsztatowej.

Jak wiadomo, cukry drobniejsze wydają się bielsze w świetle padającym, co może wpłynąć na ocenę zabarwienia cukrów afinowanych. Typy Berlińskiego Instytutu przygotowane są celowo z kryształu średniej wielkości, przez co błąd, popełniany przy porównywaniu z nimi kryształów grubszych lub drobniejszych jest niewielki. W Berlińskim Instytucie Cukrowniczym zabarwienie próbnej afinady oznaczane jest z dokładnością do 0,1 typu. W pierwszym wydaniu typów Berlińskiego Instytutu (1925) kryształy farbowane były barwnikiem „dekfa", który okazał się nietrwały na działanie zwykłego oświetlenia. W 1931 roku Berliński Instytut opracował sposób przygotowania typów odpornych na światło i użył do tego celu mieszaniny żółcienia kadmowego, ochry i małej ilości noritu. Pomimo trwałości typów poleca się przechowywanie ich w miejscu zabezpieczonym od światła. Poza pięciu typami, przeznaczonymi do ogólnego użytku cukrowni, Berliński Instytut przygotował trzy typy dodatkowe, VI, VII i VIII, o bardzo jasnym zabarwieniu, dla cukrów wysokiej jakości, do użytku wewnętrznego. Centralne Laboratorium Cukrownicze w Warszawie jest w posiadaniu kompletu, składającego się z 8 typów. Zewnętrzne zabarwienie typów zmniejsza się w równych odstępach od I-go do VIII-go. Krzywe spektrofotometryczne typów (w roztworze) ustalone są przez Berliński Instytut Cukrowniczy. Posiadany przez ten Instytut zapas zabarwionych cukrów typowych jest ograniczony i cukrowniom zaleca się ostrożne obchodzenie się z posiadanymi kompletami.

W przypadkach, kiedy pożądane jest zbadanie wielkości ziarna cukru surowego, wysuszoną próbną afinadę przesiewa się przez sita Nr. Nr. 12, 18 i 50 (czas przesiewania 1 minuta; sita z drutu mosiężnego). Przesiewanie próbnej afinady nie daje jednakże pojęcia o ilości kryształu bardzo

drobnego i mąki, gdyż drobne kryształki zlepione są ze sobą lub przylepione do kryształków większych, poza tym część drobnego kryształu przechodzi podczas wirowania wraz z odciekiem przez otworki w bębnie. O ilości mąki przekonać się można w danym wypadku tylko za pomocą mikroskopu.

Zawartość kryształu w cukrze surowym, oznaczona za pomocą całkowitej metody Berlińskiej, nie jest liczbą bardzo dokładną, gdyż chodzi tu głównie o oznaczenie wydajności *afinady*. Spengler i Brendel zaproponowali metodę oznaczania dokładnej *zawartości kryształu* w cukrze surowym. Próbka cukru surowego afinowana jest ściśle nasyconym roztworem cukru w bębnie o kształcie rurki poziomej, na obydwa końce której nasadzone są sita i krążki flanelowe (w celu zatrzymania mąki); po wysuszeniu i odważeniu przebielonego cukru oblicza się zawartość kryształu w cukrze surowym, która zwykle jest nieco wyższa od wydajności afinady, oznaczonej metoda całkowitą.

Według udzielonych nam przez prof. Spenglera informacyj, metody Berlińskiego Instytutu, całkowita i skrócona, nie są przyjęte w Niemczech jako metody oficjalne, ale stosowane są, zwłaszcza metoda skrócona, prawie we wszystkich cukrowniach niemieckich, a w poszczególnych przypadkach nawet do oceny cukrów surowych, przeznaczonych na rynek zewnętrzny. Metody te stosowane są jako uzupełnienie do oznaczenia Rendement. Zasadnicza cena cukru surowego zawsze obliczana jest na podstawie Rendement. Sposób uwzględniania typu afinady, a w niektórych przypadkach i wydajności afinady i zdolności do wirowania, przy wprowadzaniu poprawek do zasadniczej ceny cukru, jest różny dla poszczególnych koncernów lub kontraktów. Na przykład, jeżeli cukier jest gorszy od umówionego typu, to cena jego jest niższa od obliczonej według Rendement; jeżeli typ cukru jest wyższy, to cukier jest premiowany. Według informacyj prof. Spenglera, jeden z koncernów niemieckich wprowadza następujące poprawki do zasadniczej ceny cukru: cukier poniżej typu IV-go nie jest premiowany, a za każde 0,2 stopnia powyżej typu IV-go płaci się premię, wynoszącą 10% podstawowej ceny.

## 8. Ocena wartości afinacyjnej cukrów surowych według metody konduktometrycznej.

W Czechosłowacji rozpowszechniła się inna metoda oznaczania wartości afinacyjnej cukrów surowych, tak zwana *metoda konduktometryczna*, opracowana przez d-ra Šanderę w Praskim Instytucie Cukrowniczym. Metoda ta zaproponowana była również w dwóch odmianach, całkowitej i skróconej, tak, jak metoda Berlińskiego Instytutu.

Swoją metodę oznaczania wartości afinacyjnej cukrów surowych dr. Šandera opracował przy badaniach nad szybkością rozpuszczania się cukru. W pierwotnym opracowaniu metoda ta podana była (1927 r.) jako *całkowita* metoda konduktometryczna.

Odważa się 10 lub 15 *g* cukru surowego; odważkę przenosi się (na sucho) do koszyczka z siatki drucianej ze szklanym lub metalowym den-

kiem; koszyczek zamyka się z góry korkiem, przez który przechodzi szklana kapilara. Cukier przemywa się strumieniem wody, spuszczanym z butli przez kapilarę z szybkością 100 $cm^3$ na minutę. Woda zmywa odciek z kryształów i częściowo rozpuszcza same kryształy. Przesącz, wypływający przez siatkę, zbierany jest do kolbki na 100 $cm^3$. Po zebraniu 100 $cm^3$ przesączu resztę cukru w koszyczku rozpuszcza się całkowicie, roztwór zbiera się do drugiej kolbki i dopełnia wodą do 100 $cm^3$. Następnie oznacza się przewodnictwo elektryczne obydwu otrzymanych roztworów oraz ich polaryzację po sklarowaniu suchym zasadowym octanem ołowiu.

Cukier surowy o drobnym nieprawidłowym ziarnie, a więc o niskiej wartości afinacyjnej, szybciej się rozpuszcza, przez co zwiększa się polaryzacja przesączu $p_1$ i zmniejsza polaryzacja $p_2$ roztworu przemytych kryształów; dla takiego cukru stosunek $p_1/p_2$ jest duży. Z drugiej strony, im gorzej ukształtowany jest kryształ, im więcej niecukrów zawierają same kryształki, im więcej cukier surowy zawiera zlepieńców i trudno usuwalnego odcieku,—tym więcej niecukrów pozostaje w przemytych kryształach i tym wyższe jest przewodnictwo $v_2$ ich roztworu w stosunku do przewodnictwa $v_1$ przesączu; a więc dla cukru o niskiej wartości afinacyjnej stosunek $v_2/v_1$ jest duży.

Im zatem gorszy jest cukier surowy, tym większa jest jego *liczba afinacyjna:* $AN = \frac{p_1}{p_2}\frac{v_2}{v_1}$ (iloczyn stosunków powyższych) i odwrotnie.

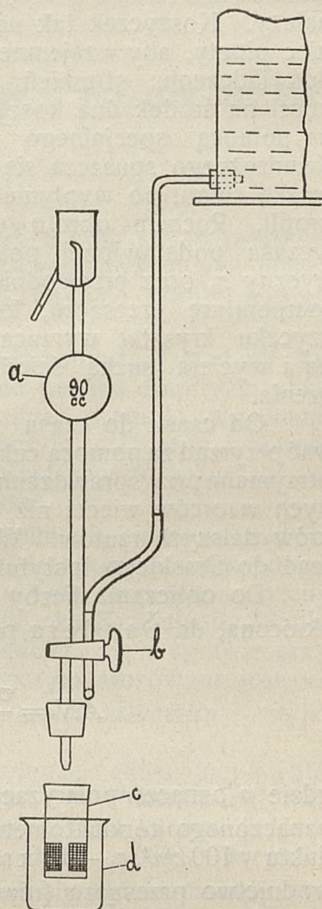
Ponieważ liczba afinacyjna jest wartością względną, to składające się na nią wartości $p_1$, $p_2$, $v_1$ i $v_2$ niekoniecznie muszą być przeliczone na normalne odważki lub na 100 części cukru i mogą być wstawione do wzoru bezpośrednio tak, jak odczytane zostały na odnośnych przyrządach. Dr. Šandera znalazł, że liczba afinacyjna cukrów surowych I rzutu waha się w granicach od 0,1 do 0,35, zaś cukrów dalszych rzutów — od 0,50 do 1,20.

Pierwotna czyli *całkowita* metoda dr. Šandery uległa szeregowi zmian, do których przyczynili się głównie Dolinek, Sàzavsky i Pucherna. Koszyczki do przemywania i rozpuszczania cukru przeszły kolejno przez kilka modyfikacyj, zanim konstrukcja ich została ostatecznie ustalona. Przechodzenie przesączu przez siatkę koszyczka winno być możliwie łatwe, zależy to od stopnia zwilżania drutu siatki. Oczywiście, że siatka winna być bezwzględnie czysta.

Wielkość odważki cukru surowego 10, 15 lub 20 *g* mało wpływa na wynik oznaczenia, najlepszą okazała się odważka 15 *g*, którą też ostatecznie wprowadzono. Do przemywania cukru zastosowano automatyczną pipetę o pojemności 100 $cm^3$, zastąpiono ją później pipetą o pojemności 90 $cm^3$ ze względu na objętość rozpuszczonego cukru. Skrócono czas wypływu pipety. Zaczęto używać wyłącznie wody destylowanej, gdyż woda źródlana lub wodociągowa wymagała skomplikowanych poprawek. Zbadano wpływ temperatury na wynik oznaczenia i stwierdzono, że zwykłe wahania temperatury w laboratorium powodują różnice, leżące w granicach błędu samego oznaczenia, że jednakże nie należy zbyt daleko odbiegać od temperatury normalnej (najlepsza jest temperatura $20 \pm 1^o$).

Pewną trudność sprawiało oznaczenie polaryzacji roztworów: po spłókaniu konduktometru i oznaczeniu przewodnictwa pozostawało bardzo mało roztworu do klarowania i polaryzacji. Zastąpiono polaryzację refraktometrycznym oznaczeniem Brix'a, do którego wystarcza kropla roztworu. Oznaczone w ten sposób liczby afinacyjne $AN = \frac{Bx_1 \cdot v_2}{Bx_2 \cdot v_1}$ mało różniły się od poprzednich. Zastosowanie refraktometru zanurzalnego zamiast zwykłego laboratoryjnego daje wyniki dokładniejsze.

Uproszczenia, stopniowo wprowadzane do metody dr. Šandery, posunęły się jeszcze dalej. Całkowita metoda wymaga wykonania stosunkowo dużej liczby oznaczeń, z których oznaczenie przewodnictwa roztworu przemytego cukru, na skutek względnie niskiej zawartości w nim popiołu, winno być wykonane bardzo ostrożnie i dokładnie. Zamiast oznaczać $p_2$ i $v_2$ dla roztworu przemytego cukru, dr. Šandera zaproponował korzystanie z analizy samego cukru surowego, która tak czy inaczej wykonywana jest w celu oznaczenia Rendement, a mianowicie: z polaryzacji $p$ i przewodnictwa $v$ cukru surowego[2]). Zmieniona w ten sposób metoda dr. Šandery otrzymała nazwę metody *skróconej*; manipulacja przygotowania roztworu przemytego cukru i dwa oznaczenia zupełnie w niej odpadają.



Rys. 35. Przyrząd do oznaczania zdolności afinacyjnej cukrów surowych metodą konduktometryczną d-ra Šandery: *a*—pipeta automatyczna, *b* — kran dwudrożny, *c* — koszyczek, *d* — zlewka do zbierania przesączu.

*Opis skróconej metody konduktometrycznej.* Do oznaczenia stosuje się automatyczną pipetę (Rys. 35) o pojemności 90 $cm^3$ i o szybkości wypływu 30″ ± 1″ oraz koszyczek nowego typu (koszyczek winien być oznaczony jednym z kolejnych numerów powyżej Nr. 300 i sfabrykowany po dniu 1.X. 1932 r.). Każdy taki komplet winien posiadać świadectwo Praskiego Instytutu Cukrowniczego[3]). Pipeta i koszyczek winny być czyste, a co jest szczególnie ważne, nie powinny być zatłuszczone. Pipetę myje się mieszaniną chromową, kranów smarować nie należy. Od czasu do czasu koszyczek winien być przemywany amoniakiem rozcieńczonym 1:5, następnie spłókany wodą; przed każdą serią oznaczeń koszyczek winien być zanurzony na 10 minut do wody destylowanej

[2]) Na 3-em posiedzeniu Czeskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej (czerwiec 1 ?3 postanowiono wprowadzić do handlowych analiz cukrów surowych wyłącznie konduktom tryczną metodę oznaczania popiołu (dla cukrów o zawartości popiołu do 1%).

[3]) Komplet przyrządów do oznaczania wartości afinacyjnej cukrów surowych metodą d-ra Šandery nabyć można w Firmie A. Kreidl, Praha I, Husova tř. 7.

bezpośrednio przed wsypaniem odważki cukru surowego koszyczek należy wytrzeć czystą suchą ścierką. Odważa się 15 *g* ± 0,02 *g* badanego cukru surowego, odważkę wsypuje się do koszyczka, cukier miesza się za pomocą łopatki lub grubego drutu, powierzchnię cukru wyrównywuje się za pomocą metalowego walca o średnicy 1,5 *cm* i wysokości 8 *cm*; cukru ubijać nie należy. Koszyczek tak nasuwa się na korek, przez który przechodzi koniec pipety, aby wzajemne ich położenie stale było jednakowe przy każdym doświadczeniu: strumień wody winien spływać stale z jednakowej wysokości na środek dna koszyczka. Korek można przymocować do koszyczka za pomocą specjalnego zacisku. Przez odpowiednie przekręcenie kranu dwudrożnego spuszcza się wodę z pipety do koszyczka i spłókuje się odważkę cukru; po wypłynięciu wody czeka się 10″ na spadnięcie ostatniej kropli. Ruchem obrotowym skłóca się przesącz, zebrany do zlewki zawczasu podstawionej pod koszyczek, i oznacza się jego Brix refraktometryczny $r_1$ oraz przewodnictwo $v_1$. Podczas przemywania należy sprawdzać temperaturę przesączu, która winna wynosić $20 \pm 1^0$. Pozostały w koszyczku kryształ wyrzuca się, koszyczek spłókuje się wodą destylowaną i wyciera suchą ścierką; koszyczek jest gotów do następnego oznaczenia.

Od czasu do czasu należy sprawdzać czas wypływu pipety i cechować przyrząd za pomocą cukru o wiadomej liczbie afinacyjnej. Liczby afinacyjne, otrzymane przy sprawdzaniu przyrządu, nie powinny się różnić od liczb afinacyjnych wzorców więcej niż o 0,05 dla cukrów I rzutu i więcej niż o 0,1 dla cukrów dalszych rzutów. W przypadkach wątpliwych należy przesłać przyrząd do Praskiego Instytutu Cukrowniczego.

Do obliczania liczby afinacyjnej cukru surowego, zbadanego metodą skróconą, dr. Šandera proponuje wzór następujący:

$$AN = \frac{v - 0{,}9\ v_1}{0{,}9\ v_1} \times \frac{r_1}{0{,}19\,p - r_1},$$

gdzie $p$ oznacza polaryzację cukru surowego, $v$ — zawartość w nim popiołu, oznaczonego konduktometrem d-ra Šandery, skalibrowanym dla 26 *g* produktu w 100 $cm^3$, $r_1$ — Brix refraktometryczny przesączu, $v_1$ — bezpośrednie przewodnictwo przesączu (również oznaczone konduktometrem d-ra Šandery).

Jeżeli w przesączu zamiast Brix'a oznaczona jest polaryzacja $p_1$ w rurce na 200 *mm*, po sklarowaniu roztworu suchym zasadowym octanem ołowiu, to liczba afinacyjna oblicza się według d-ra Šandery ze wzoru:

$$AN = \frac{v - 0{,}9\ v_1}{0{,}9\ v_1} \times \frac{p_1}{0{,}72\ p - p_1}$$

Sposobów i wzorów do powiązania wartości $p$, $v$ (cukier surowy) z wartościami $p_1$, $v_1$ (przesącz, otrzymany po przemyciu cukru wodą) jest bardzo dużo. Należy wybrać taki wzór, który, będąc najmniej wrażliwym na błędy oznaczenia, byłby jednocześnie najbardziej wrażliwy na różnice w jakości poszczególnych cukrów surowych, czyli najdokładniej charakteryzowałby i rozróżniał poszczególne cukry. Zastosowanie stosunku samych tylko polaryzacyj $p$ i $p_1$ lub przewodnictw $v$ i $v_1$ dałoby liczby afinacyjne zbyt słabo uzależnione od jakości cukru surowego.

Przy wypróbowaniu skróconej metody d-ra Š a n d e r y w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym na polskich cukrach surowych, do obliczania liczby afinacyjnej zastosowany był wzór:

$$AN = \frac{r_1 (3v - v_1)}{v_1 (0,15p - r_1)}$$

w przypadku oznaczenia Brixa refraktometrycznego $r_1$ przesączu, lub wzór

$$AN = \frac{p_1 (3v - v_1)}{v_1 (0,576p - p_1)}$$

w przypadku oznaczenia polaryzacji $p_1$ przesączu; $v$ i $v_1$ są to przewodnictwa cukru surowego względnie przesączu, wyrażone w odwrotnych omach i oznaczone za pomocą przyrządu L e e d s i N o r t h r u p, skalibrowanego dla 5 $g$ produktu w 100 $cm^3$.

Ostateczny opis skróconej metody konduktometrycznej podany był przez autora dopiero w roku 1934. Ze względu na pewien empiryzm „liczby afinacyjnej" i metody jej oznaczania, wszystkie warunki wykonania doświadczeń winny być ściśle zachowane. Metoda *całkowita* i metoda *skrócona* dają różne liczby afinacyjne, należy zatem zawsze zaznaczać, jaką metodą dana liczba afinacyjna została oznaczona.

*Skrócona* metoda dr. Š a n d e r y czyli tak zwana „tymczasowa metoda do oznaczania wartości afinacyjnej cukrów surowych" zaproponowana została jako metoda oficjalna do analiz cukrów surowych w celu uzupełnienia oceny, dokonywanej na podstawie Rendement. Czechosłowacka Komisja do handlowej oceny cukrów surowych jeszcze nie wypowiedziała się w sprawie przyjęcia tej metody. W praskim Instytucie Cukrowniczym stosowana jest prawie wyłącznie *skrócona* metoda dr. Š a n d e r y, metoda *całkowita* — tylko na specjalne żądanie.

Konduktometryczna metoda oznaczania zdolności afinacyjnej wypróbowana była w Czechosłowacji z różnych stron. W Praskim Instytucie Cukrowniczym zbadane były czeskie cukry surowe z kilku kampanij; przeciętna wartość liczb afinacyjnych wynosiła ok. 0,35 — 0,40. W jednej z rafineryj czeskich Š a n d e r a i M i r č e v porównali wyniki metody konduktometrycznej i metody Berlińskiego Instytutu z przebiegiem warsztatowego afinowania cukrów surowych; według zdania badaczy, ocena cukrów metodą konduktometryczną okazała się trafniejsza, aniżeli metodą Berlińską. P u c h e r n a stwierdził, że pomiędzy liczbą afinacyjną cukru surowego a jego praktyczną wartością afinacyjną istnieje pewna zależność, że jednakże według liczby afinacyjnej nie można sądzić o całkowitym przebiegu afinowania warsztatowego i o jakości otrzymywanej afinady. D o l i n e k oznaczył liczby afinacyjne dla mieszanin lepszych i gorszych cukrów surowych i przyszedł do przekonania, że zależność pomiędzy ilością domieszanego cukru a liczbą afinacyjną nie jest proporcjonalna, t. j. że liczba afinacyjna lepszego cukru podwyższa się w silnym stopniu (wartość afinacyjna zmniejsza się) już przy małych domieszkach gorszego cukru. S a z a v s k ý stwierdził, że cukry surowe o niskich liczbach afinacyjnych lepiej się afinują w praktyce fabrycznej i przypuszcza, że uwzględnienie liczby afinacyjnej przy obliczaniu ceny cukru doprowadziłoby do polepszenia jego jakości lub też dałoby surowniom zyski, bliżej odpowiadające ich staraniom o dobry cukier surowy.

Co do obliczania ceny cukru surowego według nowych podstaw, w danym przypadku według jego wartości afinacyjnej, dr. Šandera wypowiada zdanie następujące: zastąpienie Rendement przez nową podstawę do obliczania ceny cukru wymagałoby z jednej strony długiego czasu, zanim rynki cukrownicze przyzwyczaiłyby się do nowego sposobu oceny; z drugiej strony nowa podstawa winna być tak trafnie wybrana, aby mogła nietylko dorównać, ale i przewyższyć dotychczasową ocenę według Rendement. Najlepiej byłoby zachować dawną podstawę do obliczania ceny cukrów surowych, t. j. Rendement, ale do wartości Rendement wprowadzać poprawkę, zależną od wartości afinacyjnej danego cukru surowego, oznaczonej metodą konduktometryczną lub metodą Berlińskiego Instytutu. Wprowadzenie poprawki winno być jednakże tak wykonane, aby przeciętna cena cukrów surowych nie uległa zmianie. W tym celu dr. Šandera proponuje oznaczyć *przeciętną wartość afinacyjną* cukrów surowych danego kraju. Dla wszystkich cukrów surowych, posiadających przeciętną wartość afinacyjną, poprawka do Rendement winna się równać *O*; dla cukrów surowych o wyższej wartości afinacyjnej — poprawka winna być dodatnia, o niższej — ujemna. Poprawioną wartość Rendement obliczanoby według wzoru: Rendement poprawione = zwykłe Rendement + (wartość afinacyjna danego cukru — wartość afinacyjna, przeciętna dla cukrów danego kraju).

Tak na przykład, przeciętna *liczba afinacyjna*, oznaczona metodą Šandery dla czeskich cukrów surowych z kampanji 1929/30 roku, wynosiła 0,35. Biorąc pod uwagę, że lepszym cukrom surowym odpowiada niższa *liczba afinacyjna* i odwrotnie, poprawione Rendement dla czeskich cukrów surowych należałoby obliczać w sposób następujący: Rendement poprawione = zwykłe Rendement + (0,35 — liczba afinacyjna danego cukru).

Zaznaczyć należy, że ze względu na polepszenie materjału buraczanego i metod fabrykacyjnych, t. j. na ogólne polepszenie soków cukrowniczych, Šandera proponuje podwyższenie granic Rendement, na podstawie których obliczana jest cena cukru; doprowadziłoby to do bardziej naturalnych warunków w produkcji cukru surowego i do dalszych dążeń ku jego polepszeniu.

Zastąpienie spopielania cukru przez oznaczenie popiołu metodą konduktometryczną skróciłoby czas wykonania analizy cukru; wolny czas mógłby być zużyty na oznaczenie liczby afinacyjnej; w ten sposób ogólny czas, potrzebny do zbadania cukru, a zatem i koszt samej analizy pozostałyby takie same, jak dotychczas.

## 9. Porównanie oceny cukrów surowych metodą Berlińską i konduktometryczną.

Jak metoda Berlińskiego Instytutu, tak i metoda konduktometryczna do oznaczania zdolności afinacyjnej cukrów surowych posiadają szereg dość poważnych cech ujemnych.

Zarzuty, czynione metodzie Berlińskiej, są następujące: wykonanie oznaczeń całkowitą metodą Berlińską jest względnie kłopotliwe, gdyż wymaga ścisłego zachowania stopnia nasycenia zabiału i temperatury doświadczenia, suszenie zaś próbnej afinady trwa około pół godziny. Skrócona metoda Berlińska jest szybka i prosta, uwzględnia jednakże tylko zabarwienie próbnej afinady, nie biorąc pod uwagę innych własności cukru surowego, jak na przykład wielkości kryształu; gorzej afinujące się cukry drobne mogą przeciwnie wykazać wyższy typ afinady, jako że kryształy drobne zawsze

wydają się bielsze w świetle odbitem. Przy ocenie typu próbnej afinady ciemniejsze zlepieńce nie są brane pod uwagę, co jednak nie jest słuszne, gdyż zlepieńce psują wygląd afinady i dają gorsze ulepy. Cukry surowe, przechowywane w ciągu pewnego czasu, z przyschniętym do kryształu odciekiem, wykazują według metody Berlińskiej niższy typ afinady, za co jednak surownie nie mogą być odpowiedzialne. Wątpliwym jest, aby ustalenie typu próbnej afinady „na oko" mogło być wykonane z dokładnością do 0,1, jak to czynione jest w Berlińskim Instytucie Cukrowniczym; oznaczenie to jest wogóle bardzo subiektywne, przez co skrócona metoda Berlińska odznacza się większą subiektywnością od metody konduktometrycznej, posługującej się refraktometrem, polarymetrem i t. d. Zastosowanie wzorców barwnych (typów), jak o tym niejednokrotnie się przekonano, prowadzić może do nieporozumień i przedstawia naogół niedostateczny sposób oceny. Metoda Berlińskiego Instytutu w zbyt słabym stopniu ocenia cukier surowy z punktu widzenia jego wartości *rafineryjnej;* będąc jednakże bardzo bliska do warsztatowego *afinowania* cukrów surowych, daje możność sądzenia o tem, jak dany cukier afinować się będzie w fabryce i czy po zwykłem tylko afinowaniu nadawać się będzie do wypuszczenia na rynek, jako cukier konsumcyjny.

Jeżeli chodzi o wartość rafineryjną danego cukru surowego, to metoda d-ra Š a n d e r y, czyli metoda konduktometryczna daje do pewnego stopnia pełniejszą jego ocenę, gdyż częściowo uwzględnia wewnętrzny skład cukru. Metodzie tej zarzucają jednakże zupełny brak oznaczania zabarwienia, które odgrywa tak ważną rolę przy odbarwianiu ulepów rafinerskich. Metoda konduktometryczna jest bardzo daleka od jakiejkolwiek czynności fabrycznej, jest zbyt empiryczna; oznaczenie zdolności afinacyjnej jest zbyt dowolnie wybrane. Metoda konduktometryczna w rzeczywistości nie polega na przemywaniu cukru surowego strumieniem wody, gdyż większa część kryształów (powyżej 75%), jak stwierdzono, rozpuszcza się podczas przemywania i przy tym nierównomiernie. Kwestjonowana jest słuszność wzorów, stosowanych do obliczania liczby afinacyjnej. Metoda konduktometryczna jest mało dokładna i nie jest ściśle odtwarzalna, gdyż różnice pomiędzy równoległemi oznaczeniami przewyższają 10%.

Co dotyczy porównania wyników, otrzymywanych obydwiema metodami, Berlińską i konduktometryczną, to obszerne badania na ten temat wykonane były przez d-ra Š a n d e r ę. Okazało się, że ocena cukrów surowych na podstawie wyników jednej i drugiej metody nie zawsze jest zgodna.

Centralne Laboratorium Cukrownicze w Warszawie porównało obydwie metody na pewnej liczbie polskich cukrów surowych. Ocena cukrów, dokonana na podstawie wyników całkowitej metody Berlińskiej, nie dla wszystkich przypadków zgodziła się z oceną, dokonaną na podstawie wyników metody konduktometrycznej. Nic zresztą dziwnego, gdyż metody te dążą do oceny cukrów surowych różnymi drogami, opierając się na różnych ich własnościach.

Obydwie metody wypróbowane były przez d-ra H o n i g a na surowych cukrach *trzcinowych* i dały wyniki niezadowalające.

Co do rzeczywistego zużycia czasu na wykonanie oznaczeń, to jest on prawie jednakowy dla obydwu metod i wynosi ok. 11 minut, nie licząc czasu, potrzebnego do suszenia próbnej afinady przy metodzie Berlińskiej.

## 10. Ocena surowych cukrów trzcinowych.

Na zakończenie chcielibyśmy w kilku słowach poruszyć sprawę oceny surowych cukrów *trzcinowych*. Cukry te oceniane są prawie wyłącznie na podstawie *polaryzacji*. Obszerne dane, dotyczące polaryzacji cukrów trzcinowych, ogłaszane są corocznie przez d-ra Zerbana, dyrektora Nowojorskiego Laboratorium Cukrowniczego, w którym wykonywane są masowe analizy tych cukrów.

W niektórych przypadkach ocena cukrów trzcinowych wykonywana jest na podstawie „net analysis" = polaryzacja — cukry redukujące — 5 × popiół; w innych przypadkach — na podstawie skombinowanej, składającej się z polaryzacji i zabarwienia cukru.

Wartość afinacyjna surowych cukrów trzcinowych oceniana była na podstawie oznaczenia wydajności afinady, przez wymieszanie badanego cukru z nasyconym roztworem tegoż cukru, następne odwirowanie na specjalnej wirówce laboratoryjnej i zważenie suchej afinady (do próbnego afinowania nie stosowano roztworu czystego cukru, który mógłby się przyczynić do zmniejszenia różnicy pomiędzy poszczególnymi cukrami).

Na jawajskiej stacji doświadczalnej w Pasoeroeanie cukry surowe oceniane są sposobem d-ra Honiga na podstawie wielkości kryształu. Próbka cukru mieszana jest czas dłuższy z 90 - procentowym roztworem alkoholu nasyconym cukrem, w ten sposób odciek zostaje zmyty a zlepione kryształy porozdzielane. Kryształy oddzielane są od roztworu drogą cedzenia przez tkaninę i suszone gorącem powietrzem przy ciągłym poruszaniu w celu uniknięcia ponownego zlepienia się. Wreszcie kryształy segregowane są za pomocą sit na ziarno normalne, drobne i pył z oznaczeniem ilości każdego rodzaju ziarna. Według d-ra Honiga sposób ten ma być dobrze odtwarzalny i łatwy w wykonaniu.

Proponowane były metody oceny cukrów surowych na podstawie większej lub mniejszej łatwości, z jaką przygotowane z nich roztwory ulegały odbarwianiu przez węgiel odbarwiający.

Jedną z ważnych czynności w rafineriach cukru trzcinowego, która dawniej przedstawiała pewne trudności, jest mechaniczne cedzenie ulepów. Ulepy z różnych cukrów surowych cedzą się bardzo różnie, zależnie od jakości danego cukru. Ulepy te są naogół mętne i wymagają dodania środka klarującego; w tym celu używano kwas fosforowy lub fosforan wapniowy, które zobojętniano wapnem; ulepy cedzono przez cedzidła workowe. Dopiero po zastosowaniu środków, ułatwiających cedzenie, t. zw. celitów, filtracja mogła być wykonana pod ciśnieniem na błotniarkach. Jednakże i w tym przypadku ulepy z różnych cukrów surowych cedziły się z różnymi szybkościami.

Przypuszczano, że przyczyną złego cedzenia się ulepów była zawartość w cukrze surowym substancyj kleistych lub też zawiesin nierozpuszczalnych, między innemi drobnych włókien trzcinowych — „bagacillo". Przekonano się później, że cedzenie hamowane jest przez obecność wosku trzcinowego, przechodzącego z cukru surowego do ulepu w postaci drobnej zawiesiny.

Zaproponowano próbne oznaczenia szybkości cedzenia roztworów, otrzymywanych z różnych cukrów surowych. Sklarowane roztwory cedzono przez specjalne płócienka i notowano szybkości przepływu, na podstawie których próbowano wprowadzać poprawki do podstawowej ceny cukru.

Metody oceny cukrów surowych na podstawie szybkości cedzenia roztworów są obecnie w Stanach Zjednoczonych wypróbowywane i systema-

tyzowane; sprawą tą zajmuje się Nowojorskie Laboratorium Cukrownicze. Z grubsza metody te podzielić można na metody, stosujące próbne cedzenie roztworów w próżni i w temperaturze 20⁰, i na metody, stosujące ciśnienie i temperatury wyższe. Po licznych próbach zaproponowano metodę E l l i o t a jako standartową metodę oceny cukrów surowych, przy której cedzenie wykonywane jest w próżni, w temperaturze 27,5⁰, za pomocą specjalnego wzorcowego celitu (Johns Manville Corporation w New Jorku) i przez specjalny dokładnie określony gatunek tkaniny.

---

Sprawa oceny wartości afinacyjnej i rafineryjnej cukrów surowych rozpatrywana będzie między innymi na IX Zjeździe Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej, który odbędzie się w Londynie w sierpniu 1936 roku.

---

Panu Profesorowi K. S m o l e ń s k i e m u składam serdeczne podziękowania za wskazówki, których mi nie szczędził przy opracowaniu powyższego materiału.

---

## STRESZCZENIE.

Rozpatrzona jest krytycznie ocena cukrów surowych według Rendement. Podana jest charakterystyka istotnej wartości rafineryjnej i afinacyjnej cukrów surowych. Opisany jest szereg metod, zaproponowanych w różnych krajach do oceny cukrów surowych; metody te oparte są na ocenie zewnętrznego wyglądu cukru, na oznaczeniu zawartości w nim kryształu, na wynikach próbnego afinowania. Szczegółowo rozpatrzone są dwie ostatnio zaproponowane metody oznaczania wartości afinacyjnej cukrów surowych, a mianowicie: metoda Berlińskiego Instytutu i konduktometryczna metoda dr. Š a n d e r y (Czechosłowacja). Oznaczenia porównawcze, wykonane przez C. L. C. na polskich cukrach surowych, wykazały, że oceny według obu powyższych metod nie we wszystkich przypadkach zgadzają się z sobą. Opisane są również metody oceny surowych cukrów trzcinowych.

---

## Evaluation des sucres bruts au point de vue de l'affinage et du raffinage.

par l'Ingénieur M. WERKENTHIN.

*R é s u m é.*

*Un jugement critique de l'évaluation des sucres bruts selon leur Rendement est donné. Les différentes qualités des sucres bruts qui sont d'importance véritable au point de vue de l'affinage et du raffinage sont caractérisées en détail. Nombre de méthodes proposées dans différents pays pour l'évaluation des sucres bruts sont décrites; les méthodes sont basées sur l'estimation de l'aspect extérieur du sucre, sur la détermination de la teneur en sucre cristallin, sur les résultats d'un affinage d'essai. Deux méthodes récemment proposées pour l'évaluation des sucres au point de vue de l'affinage, notamment la méthode de l'Institut de Berlin et la mé-*

*thode conductimétrique du Docteur Sandera, sont décrites en détail. Des essais comparatifs effectués par le Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise ont montré que les évaluations faites selon les deux méthodes mentionnées ne sont pas toujours d'accord. Suit une courte description des méthodes d'évaluation des sucres bruts de canne.*

---

LITERATURA.

1. T. Koydl. Die Bewertung des Rohzuckers nach Kristallgehalt und Kristallbeschaffenheit. Ö-U.Z.Z. Landw. **35** (1906), 277.

2. T. Koydl. Die Bestimmung des Kristallgehaltes im Rohzucker. Ö-U. Z. Z. Landw. **37** (1908), 634; **38** (1909), 336, 429.

3. T. Koydl. Waschverfahren zur Ermittelung des Kristallgehaltes im Rohzucker. Stammer's Jahresb. **48** (1908), 130.

4. K. Politzer. Zur Bewertungsfrage des Rohzuckers. Ö-U. Z. Z. Landw. **37,** (1908), 31.

5. T. Koydl. Rohzuckerstudien. Ö-U. Z. Z. Landw. **39** (1910); 27.

6. T. Koydl. Über die Rolle des Feinkornes beim Affinieren des Rohzuckers. Ö-U. Z. Z. Landw. **39** (1910). 1018.

7. A. Frolda. Mährische und niederösterreichische Rohzucker der Kampagnen 1906/7 bis 1909/10. Ö-U. Z. Z. Landw. **39** (1910), 949.

8. A. Frolda. Über Affination und Affinationsversuche. Ö-U. Z. Z. Landw. **39** (1910), 983.

9. F. Ehrlich. Prüfung des Koydlschen Verfahrens zur Bestimmung des Kristallgehaltes im Rohzucker. Z. V. D. Z. **59** (1909), 548, 995.

10. A. Herzfeld, H. Zimmermann. Methode zur Bestimmung des Kristallzuckers im Rohzucker. Z. V. D. Z. **62** (1912), 166.

11. C. Mrasek. Affinierbarkeit der Zucker. Ö-U. Z. Z. Landw. **42** (1912/13), 546.

12. L. Radlberger. Die Bestimmung des Kristallisationswertes von Rohzuckern im Lichte von Theorie und Praxis unter Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Methoden von Herzfeld und Koydl zum Aschenrendement. Ö-U. Z. Z. Landw. **44** (1915), 97.

13. T. Koydl. Aschenrendement und Kristallwert in ihrer Beziehung zum Raffinationswert. Ö-U. Z. Z. Landw. **44** (1915). 265.

14. A. Herzfeld. Ueber den Reinheitsgrad des dem Rohzucker anhaftenden Sirups. Z. V. D. Z. **65** (1915), 1.

15. F. G. Wiechmann. Die Bewertung von Rohzucker. Z. V. D. Z. **65** (1915), 77.

16. J. Roubinek i F. Knor. Ein Beitrag zur Affinierbarkeit der Rohzucker des Jahrganges 1922/23. Z. Z. Cech. Rep. **48** (1923/24), 136, 144; Gaz. Cukr. **56** (192i), 533.

17. Reglement voor den Verkoop van Beetwortelsuiker aan de Suikerrafinaderij v/h Spakler & Tetterode, Amsterdam. Broszura.

18. M. G. Wagenaar Hummelinck. Die Bestimmung der Qualität des fabrizierten Rohzuckers während der Kampagne in niederländischen Zuckerfabriken. Z.V.D.Z. **63** (1913), 154.

19. M. G. Wagenaar Hummelinck. Ergebnisse einer gemeinsamen Beurteilung der Rohzucker in 15 Jahren. Deutsche Zuckerind. **50** (1925), 1521.

20. A. Herzfeld, C. Brendel, F. Hoffmann. Ueber die Wertbestimmung von Rohzuckern im Hinblick auf ihre Affinierbarkeit. Z. V. D. Z. **75** (1925), 613.

21. O. Spengler, C. Brendel. Ueber die Wertbestimmung von Rohzuckern im Hinblick auf ihre Affinierbarkeit. Z. V. D. Z. **76** (1926), 801; **77** (1927), 229.

22. O. Spengler, C. Brendel. Ueber die Bestimmung des Kristallgehaltes im Rohzucker. Z. V. D. Z. **77** (1927), 679.

23. O. Spengler, E. Heyden. Die Herstellung der neuen Typen zur Bewertung des Rohzuckers im Hinblick auf seine Affinierbarkeit. Z. V. D. Z. **81** (1931), 693.

24. Rundschreiben und Merkblatt des Instituts für Zuckerindustrie, Berlin, September 1931.

25. O. Spengler. Anleitung zu Untersuchungen in der Zuckerindustrie. Braunschweig, 1933, S. 280.

26. B. Nowakowski. O zdolności afinacyjnej naszych cukrów. Gaz. Cukr. **60** (1927), 129; Prace C. L. C. 1926—1927 r., s. 311.

27. J. Zaleski. Oznaczanie zdolności afinacyjnej cukrów surowych. Gaz. Cukr. 75 (1934), 207; Prace C. L. C. 1934 r., s. 175.

28. J. Dědek, Die Rohzuckertype für die Kampagne 1924/25. Z. Z. Čech. Rep. 49 (1924/25), 78.

29. K. Šandera. Standard-Typen und die objektive Bewertung des Rüben-Rohzuckers. Z. Z. Čech. Rep. 53 (1928/29), 261.

30. W. Konn. Aenderungen der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Zuckers bei der Affination. Z. Z. Čech. Rep. 54 (1929/30), 173.

31. K. Šandera. Studie über die Auflösungsgeschwindigkeit des Zuckers. Z. Z. Čech. Rep. 52 (1927/28), 153.

32. K. Šandera, C. Růžička. Konduktometrische Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker. Z. Z. Čsl. Rep. 55 (1930/31), 423.

33. K. Šandera. Die Verwendung der Affinierbarkeitsbestimmung zur Rohzuckerbewertung im Handel. Z. Z. Čsl. Rep. 55 (1930/31), 471.

34. V. Sàzavský, K. Šandera. Cukrovarnická analytika, 1930, s. 214.

35. A. Dolinek. Listy Cukrovarnické 49 (1930/31), 526.

36. H. M. Die Bewertung von Rohzuckern nach ihrer Affinierbarkeit. Centralbl. Zuckerind. 38 (1930), 107.

37. O. Spengler, G. Grunow. Zur Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker nach der konduktometrischen Methode. Z. V. D. Z. 81 (1931), 543.

38. K. Šandera. Zur Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker nach der konduktometrischen Methode. Z. V. D. Z. 81 (1931), 844, 851.

39. O. Spengler. Zur Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker nach der Berliner Methode und nach der konduktometrischen Methode. Z. V. D. Z. 81 (1931), 843.

40. A. Dolinek. Über den Einfluss des Beimischens von anderem Zucker zum Rohzucker auf dessen Affinationszahl. Z. Z. Čech Rep. 56 (1931/32), 93.

41. V. Sázavsky. Neue Modifikation der Methode Šandera-Dolinek zur Feststellung der Affinazionszahl. Z. Z. Čech. Rep. 56 (1931/32), 471.

42. K. Šandera. Eine vereinfachte konduktometrische Methode zur Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker. Ž. Z. Čech. Rep. 56 (1931/32), 549.

43. J. Šámal. Einfluss der Luftfeuchtigkeit bei Lagerung des Rohzuckers auf die Ergebnisse der konduktometrischen Bestimmung der Affinierbarkeit. Z. Z. Čech. Rep. 56 (1931/32), 573.

44. J. Pucherna. Neue Methode zur Bewertung von Rohzucker. Z. Z. Čech. Rep. 56 (1931/32), 575.

45. K. Sandera, J. Sámal. Bemerkungen zur Methodik der konduktometrischen Affinierbarkeitsbestimmung von Rohzucker. Z. Z. Čech. Rep. 57 (1932/33), 57.

46. W. D. Horne. Die Bewertung des Rohzuckers vom Standpunkte des Raffinadeurs. Z. V. D. Z. 59 (1919), 64.

47. C. F. Bardorf, J. A. B. Ball. The Elements of Sugar Refining. Easton PA., 1925.

48. H. C. Prinsen Geerligs. Cane Sugar and its Manufacture. London, 1924, p. 268.

49. H. C. Prinsen Geerligs. Refining and Keeping Qualities of Raw Cane, and Beet Sugar. Report on the Eighth Session of the Intern. Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Amsterdam, 1932.

50. P. Honig. On the Properties of Raw Sugar. Report on the Eighth Session of the Intern. Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Amsterdam 1932.

51. F. W. Zerban. Filterability Tests on Cane Sugars. Facts ab. Sugar 29 (1934), 7.

52. J. Dědek, F. Dolàk. Affinierbarkeit, Z. Z. Čech. Rep. 58 (1933/34), 41.

53. K. Šandera, A. Mirčev. Vergleichung der Ergebnisse der Laboratoriumsmethoden zur Bestimmung der Affinierbarkeit von Rohzucker mit der Affination in der Fabrikspraxis. Z. Z. Čech. Rep. 58 (1933/34), 357.

54. R. Svátek. Einfluss der Lagerung der Rohzucker auf die Affinierbarkeit, Z. Z. Čech. Rep. 58 (1933/34), 433.

55. K. Šandera, A. Mirčev, C. Mocker. Die Affinierbarkeit der Čechoslovakischen Rohzucker aus den Kampagnen 1932/33 und 1933/34. Z. Z. Čech. Rep. 59 (1934/35), 142.

IX.

Inż. T. PIETRZYKOWSKI.

# Konduktometryczne oznaczanie popiołu w cukrach białych.*)

Komunikat II.

Ogłoszona w r. 1931 praca na podany w tytule temat [1]) zawierała wyniki doświadczeń nad ustaleniem metodyki oznaczania popiołu za pomocą pomiarów przewodnictwa elektrycznego. Na zasadzie przeprowadzonych wówczas badań nad wpływem różnych ilości sacharozy na przewodnictwo roztworów soli (*KCl* i soli, zawartych w melasie) ułożono tablicę zależności między przewodnictwem właściwym i zawartością popiołu. Tablica ta, jak i sporządzony wg. niej wykres pozwalają na podstawie określonego przewodnictwa właściwego 10 *gr* (bądź 20 *gr*) cukru w 100 $cm^3$ roztworu wyliczać każdorazowo % popiołu w badanym cukrze.

Zależność powyżej omówioną ustalono w zakresie zawartości popiołu 0—0.200%, a więc w granicach, odpowiadających ilościom popiołu, spotykanym w cukrach białych (począwszy od najwyższego gatunku rafinady, aż do najgorszego gatunku zwykłego kryształu białego) oraz w dobrych mączkach afinowanych. Zakres ten umożliwia więc dokładną ocenę gotowych cukrów konsumcyjnych, jako też pozwala na uzupełniającą kontrolę fabryczną, zwłaszcza na warsztacie rafinerskim.

We wspomnianym zakresie zależność między przewodnictwem i popiołem okazała się prostoliniowa, przy czym spółczynnik, wyrażający stosunek przewodnictwa właściwego do % popiołu (przy 10 *gr* cukru w 100 $cm^3$ roztworu) wynosił: $\gamma_{10} = 1020.10^{-6}$. W cytowanej na wstępie pracy podano również wyniki oznaczeń tą metodą zawartości popiołu (oczywiście rozpuszczalnego) w kilkudziesięciu cukrach białych różnej jakości, przy czym wykonane wówczas równolegle dla kilku cukrów oznacze-

*) Gaz. Cukr. **80,** (1937), 358.
[1]) Gaz. Cukr. **69,** (1931) 423 oraz Prace C. L. C. w latach 1928—1931, str. 552.

nia wagowe popiołu (też rozpuszczalnego) potwierdzały słuszność opracowanej metodyki.

W dalszym ciągu pracy na ten temat chodziło o zdobycie możliwie obszernego a zarazem dokładnego materiału porównawczego, który by upoważniał do wprowadzenia bez zastrzeżeń metody konduktometrycznego oznaczania popiołu do analityki cukrowniczej — właśnie w zakresie badania produktów o najwyższej czystości, a więc najtrudniejszych do oceny. Ze względu na nieznaczną zawartość popiołu w białych cukrach oznaczenie wagowe popiołu napotyka na duże trudności; z jednej strony — przy stosunkowo dużej odważce — ok. 10 *g* cukru — zwęglenie próby bez strat wymaga wielkich ostrożności, a zatem zabiera dużo czasu, z drugiej zaś strony — przy tej nawet odważce ciężar popiołu po spaleniu (przy najczęściej spotykanym w handlu cukrze białym, zawierającym ok. 0.02—0.04% popiołu węglanowego) wynosi zaledwie 2—3 *mg*, czyli przy posługiwaniu się dobrą wagą analityczną nie można osiągnąć dokładności większej niż 5%.

Dlatego też, przystępując do nowej serii pomiarów, mających na celu, — jak już nieco wyżej zaznaczyłem — zapewnienie metodzie konduktometrycznej możliwie dokładnego uzasadnienia doświadczalnego, postanowiłem do oznaczeń wagowych użyć m i k r o w a g i, umożliwiającej, jak wiadomo, ważenie z dokładnością 100 razy wyższą, niż zwykła waga analityczna, bo do 0.000001 *gr*. Wagę taką, firmy Bunge, o maksymalnym obciążeniu 20 *g* posiada Zakład Technologji Og. Organicznej i Węglowodanów Politechniki Warszawskiej — tam więc wykonałem zamierzone doświadczenia.

Jako materiał doświadczalny posłużyły mi białe cukry różnego pochodzenia, które pozostały w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym z prób, sprowadzonych do obszernych badań nad j a k o ś c i ą p o l s k i c h c u k r ó w b i a ł y c h.

Dla każdego z tych cukrów wykonywałem równoległe oznaczenia:

a) przewodnictwa elektrycznego przy pomocy mostka W h e a t s t o n e'a,

b) popiołu przyrządem T ö d t a,

c) przewodnictwa za pomocą amerykańskiego przyrządu L e e d s & N o r t h r u p, wycechowanego w jednostkach przewodnictwa właściwego i zaopatrzonego w tablicę, zawierającą zestawienie różnych wartości przewodnictw i odpowiadających im %-ów popiołu węglanowego — przy odważce 5 *gr* cukru do 100 $cm^3$ roztworu (w granicach od 0 do 3 % popiołu),

d) popiołu r o z p u s z c z a l n e g o za pomocą spopielania,

e) popiołu c a ł k o w i t e g o za pomocą spopielania.

Obraną poprzednio do oznaczeń konduktometrycznych odważkę cukru 10 *g* do 100 $cm^3$ roztworu zachowałem w dalszym ciągu z uwagi nie tylko na możność posługiwania się przy odważaniu próby cukru wagą techniczną (skrócenie czasu manipulacji) ale również ze względu na zmniejszenie błędu, wynikającego z nierównomierności próbki — w porównaniu z odważką 5 *g*/100 $cm^3$, zaleconą zarówno przy pomiarach przyrządem Tödta, jak i Leeds-Northrup'a.

Możliwość tego błędu szczególnie dającego się odczuć przy określaniu tak minimalnych ilości popiołu, jakie miałem oznaczać, stwierdziłem w kilku wstępnych oznaczeniach; mianowicie kiedy przy kilkakrotnym oznaczaniu wagowym popiołu (całkowitego) w jednym i tym samym cukrze odważałem każdorazowo po kilka gramów cukru — otrzymywane wyniki nie zawsze były zgodne; często różnice wynosiły kilka, a nawet kilkanaście procent. Przyczyny tego można upatrywać w dość często spotykanej różnicy w charakterze powierzchni pojedyńczych kryształków cukru, z czym wiąże się nierównomierne rozmieszczenie zanieczyszczeń w danej kilkudziesięciogramowej próbie cukru pomimo dokładnego wymieszania jej przed każdym, kolejnym odważaniem (nierzadko daje się zauważyć na oko wyraźną różnica w zabarwieniu pewnych kryształów w oglądanej próbce cukru: nie-

które z nich posiadają odcień lekko kremowy, co jest niewątpliwie wynikiem gorszego odmycia się danego kryształka wskutek wcześniejszego zlepienia się z innym lub t. p.) Poza tym dużą rolę odgrywają tu również przypadkowe zanieczyszczenia zewnętrzne (bądź na górze cukrowej, bądź już nawet w workach, jak pył o charakterze mineralnym, drobne włoski tkaniny worka) i te są naogół trudne do uniknięcia przy odważaniu próbki do oznaczenia.

Chcąc zatem uniknąć tych przypadkowych błędów obrałem sobie—po wstępnym sprawdzeniu potrzebnych naczyń miarowych—następujący sposób postępowania:

Odważałem na wadze technicznej 40 *g* badanego cukru (z dokładnością do $\pm$ 0.02 *g*), rozpuszczałem w uprzednio wygotowanej i ostudzonej wodzie destylowanej (o możliwie niskim przewodnictwie elektrycznym) w kolbie miarowej na 200 $cm^3$; następnie przenosiłem pipetą 100 $cm^3$ przygotowanego roztworu (= 20 *g* cukru) do drugiej kolby na 200 $cm^3$ i dopełniałem do kreski taka samą, co i poprzednio, wodą; otrzymany w ten sposób 10%-owy (= 10 *g*/100 $cm^3$) roztwór służył do oznaczeń konduktometrycznych (mostek Wheatstone'a i przyrząd Tödt'a miały jedno i to samo naczynie elektrodowe; aparat Leeds & Northrup — oddzielne naczynie; 200 $cm^3$ płynu wystarczało w zupełności do należytego wykonania pomiarów wszystkimi trzema przyrządami).

Z pozostałej ilości pierwotnego roztworu (40%-owego) odmierzałem pipetą 20 $cm^3$ (= 4 *g* cukru) do wyprażonego i zważonego tygla platynowego — w celu oznaczenia %-owej zawartości popiołu całkowitego; w końcu resztę roztworu wyjściowego sączyłem przez suchy „ilościowy“ sączek, a 20 $cm^3$ przesączu po przeniesieniu do drugiego tygla platynowego służyło do oznaczenia popiołu rozpuszczalnego.

Roztwory, przeznaczone do spopielania, stężałem początkowo ostrożnie na łaźni elektrycznej do zupełnego zagęszczenia i słabej karmelizacji, następnie po ostudzeniu dodawałem 20 kropli stężonego chem. czyst. $H_2SO_4$ i po 10—15-minutowym pozostawieniu w spokoju — zwęglałem próbę przez lekkie podgrzewanie palnikiem gazowym tygielka, umieszczonego w większej miseczce kwarcowej (zabezpieczenie przed ewent. stratami), a po całkowitym zwęgleniu wkładałem całość do pieca elektrycznego i prażyłem w temperaturze ciemno-czerwonego żaru do kompletnego spopielenia. Z ustalonej — po dwu- (często trzy-) krotnym prażeniu — wagi tygla z popiołem, z dokładnością do 0.000002—0.000005 *g*, obliczałem % popiołu węglanowego (= 0,9 popiołu siarczanowego).

Z uwagi na oszczędność miejsca pomijam całkowicie opis techniki mikro ważenia w zasadzie bardzo prostej, wymagającej jednak dość długich ćwiczeń przygotowawczych i pedantycznego przestrzegania wielu różnych warunków, decydujących o dokładności, jaką można osiągać. Poza najważniejszymi warunkami, jak: zachowywanie nadzwyczajnej czystości zarówno samej wagi, jak i ciężarków oraz ważonych przedmiotów, sprawdzanie i ustalanie punktu zerowego przed każdym ważeniem, ważenie jednych i tych samych przedmiotów w możliwie jednakowych okolicznościach (te same odważniki, ta sama temperatura)— jest wiele innnych szczegółów nie mniej ważnych, które zdobywa się w miarę ćwiczeń; wstępne wskazówki w tym względzie czerpałem z odpowiedniej literatury [2]) oraz z ustnych informacyj, udzielonych mi przez Dr. K. Lindenfelda, asystenta Uniwersytetu Warszawskiego.

Co dotyczy oznaczeń konduktometrycznych, to każdy pomiar mostkiem Wheatstone'a wykonywałem trzykrotnie (przy trzech różnych oporach porównawczych), a przy oznaczaniu przyrządami T ö d t a i L e e d s & N o r t h r u p również nastawiałem na punkt zerowy (dźwięk w słuchawce telefonicznej bądź wskazówka galwanometru)- dwu lub trzykrotnie. W podobny sposób

---

[2]) F. P r e g l. Die Quantitative organische Mikroanalyse, 1930. A. E m i c h. Mikrochemisches Praktikum, 1924. A. B o l l a n d. Mikrochemja, 1918.

oznaczałem przewodnictwo (mostek Wheatestone'a i aparat Leeds & Northrup) wzgl. „popiół“ (aparat Tödta) — wody, użytej do przygotowania roztworu. Wszystkie pomiary wykonywane były w temperaturze 20° lub bardzo bliskiej (w tym przypadku wprowadzano poprawki). Poprawkę na przewodnictwo wody wprowadzano w każdym przypadku przez odjęcie znalezionego dla niej wskazania od wskazania ustalonego dla roztworu badanego cukru [3]).

*%-owa zawartość popiołu w cukrach białych.*

| Signum cukru | Oznaczona konduktometrycznie | | | Wagowo | | % popiół nierozpuszcz. na ogólną ilość popiołu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mostek Wheatstone'a | Aparat Tödta | Aparat Leeds & Northrup | Popiół rozpuszcz. | Popiół całkowity | |
| *AA* | 0,106 | 0,102 | 0,102 | 0,084? | 0,091? | 7,8 |
| *H* | 0,079 | 0,076 | 0,076 | 0,064? | 0,064? | — |
| $B_{82}$ | 0,032 | 0,031 | 0,031 | 0,030 | 0,035 | 14,3 |
| $B_{98}$ | 0,030 | 0,029 | 0,029 | 0,030 | 0,033 | 9,1 |
| $B_{41}$ | 0,027 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,029 | 6,9 |
| *We* | 0,027 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,029 | 10,3 |
| *T* | 0,021 | 0,021 | 0,020 | 0,021 | 0,023 | 8,7 |
| *Mg* | 0,023 | 0,022 | 0,022 | 0,021 | 0,023 | 8,7 |
| $Ż_1$ | 0,021 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,022 | 9,1 |
| *Md* | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,020 | 10,0 |
| *C* | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 10,0 |
| *R* | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,018 | 11,1 |
| *Wn* | 0,013 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,014 | 14,3 |
| *Wg* | 0,013 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 7,1 |
| *AB* | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,0076 | 0,009 | ok. 15% |
| | **0,030** | **0,029** | **0,029** | | | |

Z otrzymanych w ten sposób wielkości obliczano ostatecznie % popiołu: w przypadku mostka Wheatstone'a wg opracowanych wcześniej tablicy bądź wykresu, w przypadku przyrządu Tödta — wprost przez podzielenie oznaczonej wielkości przez 2, wreszcie z wartości otrzymywanej przyrządem Leeds & Northrup — znajdowano wg. tablicy wartość popiołu i tę dzielono przez 2 (muszę przypomnieć, że oba te przyrządy wyskalowane są na roztworach 5 *g* cukru w 100 $cm^3$). Ostateczne wyniki oznaczeń

[3]) Przy ustalaniu naszej metodyki poprawkę tę wprowadzaliśmy właśnie w ten sposób; instrukcje dla pozostałych dwu przyrządów odnoszą się przeważnie do przypadku oznaczania popiołu w cukrach surowych i produktach niższej czystości i wprowadzanie poprawki w podany przez nie sposób — przy cukrach białych było by błędne, dlatego też i przy oznaczeniach tymi przyrządami również odejmowałem wprost wskazanie wody od wskazania roztworu cukru.

wagowych i konduktometrycznych, wykonanych dla każdego z cukrów 2 lub nawet 3 razy — przedstawione są w postaci przeciętnych wartości w podanej tablicy.

Z zestawionego materiału łatwo zauważyć przede wszystkim dość dobrą zgodność rezultatów, osiągniętych na drodze konduktometrycznej trzema różnymi przyrządami. Odchylenie średnie między wynikami wynosi 0,001$^0/_0$ popiołu (maksymalne 0,004$^0/_0$), przy czym w każdym przypadku rezultaty otrzymane mostkiem Wheatstone'a są wyższe od wyników, obliczonych z oznaczeń obu pozostałymi przyrządami [4]).

Jeśli chodzi o wyniki mikro-wagowych oznaczeń popiołu rozpuszczalnego, to w granicach osiągalnej dokładności są one na ogół zgodne z wynikami konduktometrycznymi (średnia różnica wynosi ok. 0.002$^0/_0$). Wyraźną rozbieżność stwierdzono dla dwu pierwszych cukrów o najniższej czystości spośród wszystkich analizowanych; należy przypuszczać, że cukry te zawierały zanieczyszczenia w postaci organatów, bądź łatwo-lotnych soli mineralnych. W każdym razie i w tym przypadku metoda konduktometryczna zasługuje na wyróżnienie z uwagi na możność uchwycenia nią praktycznie wszystkich *zanieczyszczeń rozpuszczalnych*, te zaś przede wszystkim, jak wiadomo, odgrywają rolę czynników melasotwórczych i na ich dokładnym określeniu powinno cukrownikowi zależeć, gdy tymczasem — odwrotnie — *zanieczyszczenia nierozpuszczalne*, mające znacznie mniejszy wpływ na wydatek cukru, a poza tym dające się zawsze usunąć w czasie fabrykacji w sposób mechaniczny (starannym cedzeniem) — posiadają dość często charakter czysto przypadkowy, a nawet mogą nieraz — oznaczone na drodze spopielania doraźnie pobranej próbki cukru — wprowadzać w błąd przy ocenie jakości badanego produktu lub przy wnioskowaniu o prawidłowości roboty na stacji oczyszczania soku.

Różnice pomiędzy popiołem całkowitym i rozpuszczalnym oznaczonymi wagowo, wyrażone w $^0/_0$-ach w stosunku do popiołu całkowitego podaje ostatnia rubryka omawianej tablicy; należy zauważyć, że rozbieżności pomiędzy poszczególnymi oznaczeniami popiołu całkowitego wypadały często dość duże, co wskazywało właśnie na przypadkowy charakter zanieczyszczeń nierozpuszczalnych.

Z porównania wyników wykonanych oznaczeń popiołu różnymi metodami nasuwa się ogólny wniosek, iż metoda pomiarów przewodnictwa elektrycznego o której zaletach pisano już niejednokrotnie, — nie tylko pozwala uzyskiwać miarodajną ocenę produktów cukrowniczych, ale w niektórych przypadkach, jak np. przy oznaczaniu „popiołu“ w cukrach wysokiego gatunku — z uwagi na uciążliwość i niedoskonałość metody wagowej — jest niezastąpiona.

Prof. K. Smoleńskiemu składam podziękowanie za wskazówki, jakich mi udzielał przy opracowywaniu opisanego tematu.

---

## STRESZCZENIE.

Wykonano w kilkunastu różnych białych cukrach równoległe oznaczenia popiołu metodą wagową — przy użyciu mikrowagi oraz konduktometryczną — przy użyciu trzech różnych przyrządów: mostka Wheatstone'a,

[4]) Tę jednokierunkowość odchyleń można zresztą wytłumaczyć wprowadzoną celowo zmianą odważki cukru wskazanej przy posługiwaniu się tymi przyrządami: brano zamiast przepisanych 5 *g*/100 $cm^3$ — 10 *g*/100 $cm^3$ i rezultat dzielono wprost przez 2, bez uwzględniania poprawki, dającej się obliczyć na zasadzie danych co do wpływu sacharozy na przewodnictwo roztworów elektrolitów.

aparatu Tödta i aparatu Leeds & Northrup. Doświadczenia te miały na celu możliwie dokładne sprawdzenie opracowanej dawniej metodyki oznaczeń konduktometrycznych [5]) oraz porównanie równoległych wskazań trzech wymienionych przyrządów.

Zestawione w tablicy wyniki wykazują dużą zgodność oznaczeń konduktometrycznych i wagowych. Wobec uciążliwości metody spopielania — łatwa i dokładna metoda konduktometryczna winna znaleźć szerokie zastosowanie przy kontroli produktów cukrowniczych wysokiej czystości, a zwłaszcza przy ocenie wartości białych cukrów.

---

## Le dosage conductimétrique des cendres dans les sucres blancs.

par l'Ingénieur T. PIETRZYKOWSKI.

*Résumé.*

*Dans nombre de sucres blancs de différente origine on détermina les cendres en employant en même temps la méthode gravimétrique (microbalance) et la méthode conductimétrique. Les mesures conductimétriques ont été effectuées sur trois appareils différents: le pont de Wheatstone, l'appareil de Tödt et celui de Leeds et Northrup. Le but de ces recherches était la vérification précise du procédé à suivre pour faire les dosages conductimétriques qui a été élaboré antérieurement [6]) et la comparaison des résultats obtenus avec les trois appareils mentionnés.*

*Les résultats présentés dans le tableau montrent une bonne concordance des déterminations conductimétriques et gravimétriques. Vu que l'incinération est une opération assez onéreuse, la méthode conductrimétrique, facile est précise, devrait trouver une aplication générale pour le contrôle des produits sucrés de haute pureté, surtout pour l'évaluation de la qualité des sucres blancs.*

---

[5]) patrz Gaz. Cukr. **69**, (1931) 423 oraz Prace C. L. C. w latach 1928—1931, str. 552.

[6]) Gazeta Cukrownicza **69**, (1931). 423 et „Travaux du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise en 1928 — 1931", p. 552.

X.

Inż. WACŁAW REICHER.

# Oleje turbinowe w cukrowniach.*)

Liczba cukrowni, posiadających zespoły turbogeneratorowe coraz to się zwiększa; cukrowni takich jest dziś u nas 24. Siłą rzeczy Centralne Laboratorium Cukrownicze zetknęło się w ostatnich latach ze sprawą olejów turbinowych, co znalazło swój wyraz w tym, że zaczęto nadsyłać do C.L.C. oleje turbinowe, które przepracowały już pewien czas, celem badania i opiniowania co do dalszej przydatności olejów tych do użytku.

Z punktu widzenia oszczędnej gospodarki naturalnym jest dążenie do jak najdalej idącego przedłużenia okresu pracy oleju, a to z tego względu, że ładunek olejowy w większości turbin w cukrowniach nie jest mały, wynosi powyżej 1 000 *kg* i że są to smary wysokich gatunków, a przez to droższe; jednak wyzyskać smary te można do pewnych tylko granic, przekroczenie których zagrażać może normalnemu biegowi turbiny i bezpieczeństwu. Znaczenie zapewnienia normalnego biegu turbiny jest oczywiste dla każdej fabryki, czy elektrowni, a w cukrowni nabiera specjalnego znaczenia, gdzie zatrzymanie turbiny, źródła wszelkiej energii, oznacza zatrzymanie całej fabrykacji, której szybkość i sprawność specjalnej podlega uwadze, ze względu na krótkie okresy kampanii i na specjalne warunki produkcji cukru. Należy przy tym zaznaczyć, że nie wszystkie cukrownie posiadają turbiny rezerwowe.

Zagadnienie smarów, a szczególnie smarów turbinowych, które mają specjalne zadania do spełnienia, jest trudne i w wielu punktach dziś jeszcze nie wyjaśnione. W celu bliższego poznania tej sprawy Centralne Laboratorium Cukrownicze weszło w kontakt z fachowcami, producentami smarów, od których zebrane zostały pewne informacje, zwiedzono kilka rafineryj smarów, zapoznano się z odpowiednią literaturą, zebrano trochę materiału informacyjnego z elektrowni, które z natury swej pracy mają możność osiągnięcia większego doświadczenia dzięki ciągłej, wieloletniej pracy turbin—zebrano również szereg informacyj o stanie rzeczy w cukrowniach; poza tym C. L. C. posiada też pewien materiał analityczny, dotyczący

*) Gaz. Cukr. 80, (1937), 128.

smarów turbinowych. Dzięki temu można już dać pewne oświetlenie omawianemu tematowi.

### 1. *Rola smaru w turbogeneratorze.*

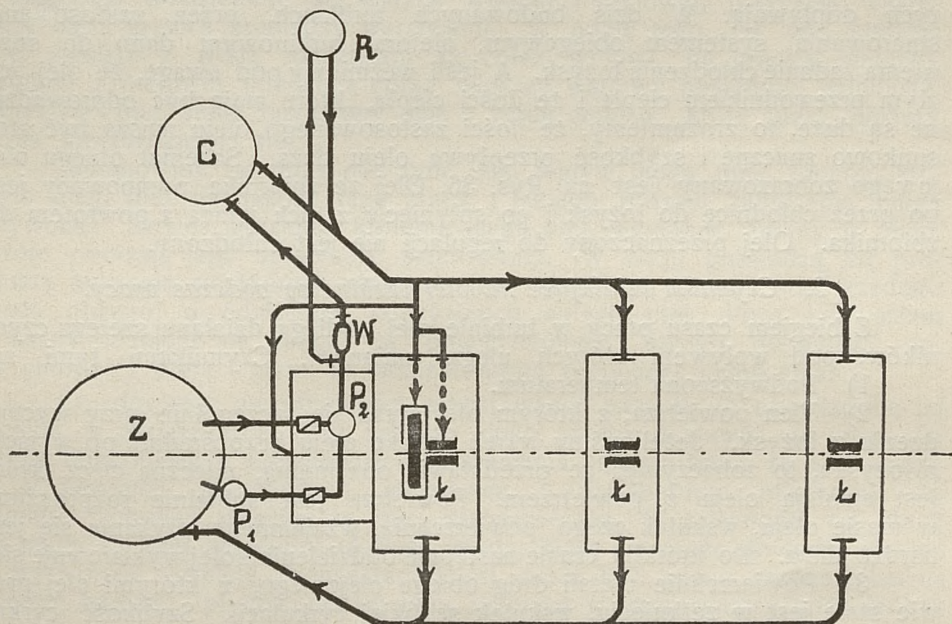
Smar w turbogeneratorze ma do spełnienia następujące zadania:

1) Służy do smarowania łożysk turbiny i generatora.

2) Ma za zadanie odprowadzanie z łożysk znacznych ilości ciepła, które wytwarzają się drogą tarcia oraz dostają się do łożysk przez przewodnictwo i promieniowanie.

3) Spełnia pewne zadania przy regulacji, a więc służy do poruszania serwomotorów, które sterują zaworami parowymi.

Celem smarowania łożysk jest, jak wiadomo, możliwe obniżenie tarcia, jakie występuje między wałem i łożyskiem; jest to specjalnie ważne dla turbogeneratora, gdzie mamy do czynienia z wysokimi liczbami obrotów. Aby zdać sobie sprawę z odpowiedzialnego zadania, jakie smar ma do spełnienia, rozpatrzmy warunki pracy oleju w łożyskach. Przed puszczeniem w ruch turbiny, wał spoczywa bezpośrednio na niewielkiej powierzchni panewki, średnica bowiem wału jest nieco mniejsza aniżeli średnica panewki; smar znajduje się w wolnej przestrzeni między wałem i panewką. Smar posiada pewną przyczepność do metalu i z chwilą rozpoczęcia obrotów zostaje wciągany pomiędzy wał i panewkę, skutkiem czego wał unosi




Rys. 36. Schemat obiegu olejowego

$Z$ — zbiornik olejowy
$C$ — chłodnica
$R$ — regulator
$P_1$ — pompa olejowa pomocnicza
$P_2$ — pompa olejowa główna
$W$ — wentyl redukcyjny
$Ł$ — łożyska

się nieco ku górze i niejako zawisa w oleju. Taki jest stan rzeczy, gdy smar wciągany jest między wał i panewkę z siłą, która będzie większa od tej z jaką jest stamtąd wyciskany. Chodzi o to, by stan ten utrzymał

się w równowadze, aby stale między wałem i panewką istniała cienka warstewka smaru, niedopuszczająca do bezpośredniego zetknięcia się powierzchni metali. Przerwanie takiej warstewki smaru, izolującej powierzchnie, przy wysokiej liczbie obrotów turbiny, grozi szybkim zatarciem łożyska i najgorszymi konsekwencjami. Aby taki stan równowagi mógł być stale utrzymany, olej turbinowy musi odpowiadać pewnym określonym warunkom; a więc przyczepność jego do powierzchni metalu musi być dostatecznie duża, aby nie był on z ich powierzchni ścierany. O tej właściwości smaru mówi nam do pewnego stopnia jego lepkość, która wraz z wzrostem temperatury maleje. Z tych względów pożądane byłoby utrzymywanie temperatury na niższym poziomie. Jednakże, im temperatura jest niższa tym więcej zużywa się energii na pokonanie sił wzajemnego przyciągania się cząsteczek smaru t. j. na pokonanie tarcia, jakie między cząsteczkami smaru występuje.

Z tych względów smar powinien mieć pewne określone własności i temperatura pracy smaru winna być tak wypośrodkowana, by zapewnić nieprzerywalność warstewki smaru i by strata energii na pokonanie tarcia nie była zbyt duża.

Drogą praktyki temperatura ustalona jest dla normalnych warunków pracy w turbinach na 40° — 60° C. Oczywiście, mogą mieć miejsce pewne odchylenia w jedną i w drugą stronę. Aby tak wypośrodkowana temperatura mogła być utrzymana, muszą być stale odprowadzane duże ilości ciepła, które w łożyskach powstają i do których dopływają. W dziś budowanych turbinach, przez zastosowanie smarowania systemem obiegowym, olejom turbinowym dano do spełnienia zadanie chłodzenia łożysk. A jeśli weźmiemy pod uwagę, że olej jest złym przewodnikiem ciepła i że ilości ciepła, które mają być odprowadzane są duże, to zrozumiemy, że ilości zastosowanego oleju muszą być stosunkowo znaczne i szybkość przepływu oleju duża. Schemat obiegu olejowego zobrazowany jest na Rys. 36. Olej ze zbiornika pompowany jest po przez chłodnicę do łożysk i po spłynięciu z nich wraca z powrotem do zbiornika. Olej przeznaczony do regulacji nie jest chłodzony.

### 2. *Czynniki działające na olej turbinowy podczas pracy.*

Z biegiem czasu pracy w turbinie olej podlega działaniu szeregu czynników, pod wpływem których ulega zmianom. Czynnikami tymi są:

1) Podwyższona temperatura.

2) Tlen powietrza, z którym olej styka się szczególnie przy wychodzeniu z łożysk. Jeżelibyśmy wzięli próbkę oleju bezpośrednio po wyjściu z łożyska, to zobaczymy, że przedstawia ona mętną, mleczną ciecz, która jest emulsją oleju z powietrzem. Powietrze jest subtelnie rozproszone w masie oleju, wskutek czego powierzchnia wzajemnego stykania się jest bardzo duża. Po krótkim czasie następuje oddzielenie i olej wyklarowuje się.

3) Powierzchnie metali dróg obiegu olejowego, z którymi olej prawie stale jest w zetknięciu, wskutek szybkiej cyrkulacji. Szybkość cyrkulacji jest taka, że cały ładunek olejowy w ciągu kilku minut przepompowywany jest przez łożyska.

4) Obecność w oleju pewnych ilości wody i pary, których nie zawsze można uniknąć. Pomimo uszczelnień labiryntowych, para i woda często dostaje się do oleju, szczególnie przy turbinach z przeciwciśnieniem, jakie są używane w cukrowniach.

5) Tak zwane prądy błądzące, które czasem występują w turbogeneratorach.

6) Różnego rodzaju zanieczyszczenia, jak np. nie usunięte pozostałości zużytego oleju, pozostałości środków używanych do czyszczenia obiegu olejowego itp.

*3. Proces starzenia się oleju turbinowego, jego objawy i skutki.*

Olej mineralny składa się w głównej swej masie z węglowodorów parafinowych i naftenowych, które naogół są bardzo odporne na działanie czynników chemicznych. Jednakże pod wpływem stałego i długotrwałego działania czynników wyżej wyszczególnionych olej turbinowy podlega tak zwanemu *procesowi starzenia się*, który polega na polimeryzacji i utleniającym działaniu tlenu powietrza w podwyższonej temperaturze, wobec metali, wody i ewentualnych zanieczyszczeń, które odgrywają rolę katalizatorów przyśpieszających. W wyniku procesu starzenia się powstaje pewna ilość ciał o charakterze kwasów organicznych wolnych i związanych oraz ciała o charakterze asfaltów. Te ciała są naogół mało rozpuszczalne w oleju i po przekroczeniu granicy rozpuszczalności zaczynają się wydzielać z oleju w postaci osadów i szlamu. Powstałe substancje o charakterze kwasowym działają na powierzchnie metali, w wyniku czego powstaje pewna ilość mydeł miedziowych, czy żelaznych.

Obecne w oleju produkty starzenia się działają również przyśpieszająco na proces starzenia się, który co raz to postępuje naprzód.

Obok wyżej wymienionych objawów starzenia się oleju, wymienić należy jeszcze jeden, dość ważny, a mianowicie: obniżenie odporności oleju na emulgowanie z wodą. Olej świeży silnie skłócony z ciepłą wodą w pierwszej chwili daje emulsję, która jednak w krótkim czasie znika i następuje rozdzielenie się warstw wodnej i olejowej, przyczem występuje ostra granica pomiędzy warstwami. W miarę tego, jak olej starzeje się, emulsje z wodą rozdzielają się coraz wolniej, na granicy warstwy wodnej i olejowej pozostają coraz większe warstwy pośrednie, szlamiste. Wreszcie olej silnie zestarzony daje z wodą emulsje, które przez dłuższy czas nie rozdzielają się.

Zastanówmy się teraz nad tym, jaki wpływ mogą mieć zmiany, którym uległ olej, na jakość jego pracy i jakiego rodzaju zaburzenia mogą wywołać. Proces starzenia, któremu ulega olej, wywołuje zmiany w oleju, które obniżają jego sprawność smarowania. W oleju gromadzą się produkty starzenia się, których obecność jest szkodliwa, jak obecność każdego ciała obcego, o odmiennej konsystencji aniżeli olej. Poza tym szlam i osady odkładać się mogą na powierzchniach obiegu olejowego, np. w chłodnicy oleju i przez to obniżać mogą sprawność chłodzenia.

Co dotyczy ewentualności powstawania emulsji, to obawiać się jej trzeba w przypadkach, gdy większe ilości wody dostawać się mogą do oleju. Jakkolwiek w zagadnieniach smarowania emulsje brane są pod uwagę i w pewnych przypadkach stosowane, — dla turbiny, utworzenie się emulsji fachowcy uważają za rzecz niebezpieczną. W zależności od stanu w jakim się olej znajduje i od ilości wody, która się może do niego dostać i wytworzyć emulsję, konsystencja jej może być różna: czasem emulsja będzie bardziej płynna i nie wywoła zaburzeń w smarowaniu, może jednak czasem mieć konsystencję gęstą, co zatamować może normalny obieg oleju a wtedy długo na konsekwencje czekać nie trzeba.

Opisać tu mogę konkretny przypadek, bez przykrych zresztą konsekwencyj, który zdarzył się w jednej z fabryk i z którym miałem możność się zetknąć. Po upływie kilku dni od puszczenia w ruch turbiny do oleju, z niewyjaśnionych przyczyn, dostała się pewna ilość wody. Jak wykazało późniejsze badanie, olej był silnie zestarzały, wskutek czego powstała trwała emulsja oleju z wodą w całym obiegu olejowym, zawierająca ok. 7% wody. Próbka emulsji tej pozostawiona w temperaturze pokojowej przez

długie dni wcale się nie rozdzielała. Turbiny nie zatrzymano, żadnych zaburzeń w biegu jej nie zaobserwowano, temperatura na łożyskach utrzymywała się na normalnym, zresztą dość niskim, poziomie poniżej 40° C. Podczas ruchu dwukrotnie odpuszczono pewne ilości zemulgowanego oleju i dopełniano ładunek olejem świeżym. W ten sposób, na emulsji, turbina przepracowała ok. $1^1/_2$ miesiąca. Opisany przypadek zdawałby się świadczyć o tym, że emulsja nie jest tak niebezpieczna, jak o niej mówią. Jednakże należy zaznaczyć, że to nie może być podstawą do lekceważenia emulsji; utworzenie się emulsji, szczególnie gdy przyczyną tego jest zły stan oleju, fachowcy uważają dziś za zjawisko wyraźnie niepożądane, wróżące przykre konsekwencje.

### 4. *Świeże oleje turbinowe i ich badanie.*

W świetle tego, co było powiedziane, jasnym jest, że do turbiny winny być stosowane najlepsze oleje, które by były jak najbardziej odporne na działanie czynników postarzających olej. Jakość olejów turbinowych uwarunkowana będzie z jednej strony jakością surowca użytego do fabrykacji, z drugiej zaś strony warunkami fabrykacji i stopniem rafinacji.

Jakość wyprodukowanego smaru do pewnego stopnia zależy od pochodzenia ropy naftowej; z jednych rop można zapewne otrzymać oleje, bardziej odporne na starzenie się, z innych — mniej odporne oleje. Dla nas jednak sprawa ta nie ma tak istotnego znaczenia, gdyż mamy do rozporządzenia oleje, wytwarzane z rop krajowych i zarówno z rop naszych parafinowych, jak i bezparafinowych można otrzymać dobre oleje turbinowe.

Surowiec, z którego otrzymuje się oleje turbinowe, obok węglowodorów, odpornych na wszelkiego rodzaju zmiany, zawiera pewną ilość węglowodorów nienasyconych, aromatycznych i innych związków, które łatwo ulegają przemianom i których obecność w smarze mogłaby wywoływać szybkie jego starzenie się. Oleje więc turbinowe muszą być produktami wysoko rafinowanymi, możliwie pozbawionymi wspomnianych szkodliwych składników. Osiąga się to w praktyce przez destylację, działanie stężonego kwasu siarkowego, płukanie za pomocą roztworu ługu, czy innych roztworów alkalicznych, wymywanie powstałych soli wodą, wreszcie przez stosowanie ziem bielących jak np. florydyny.

Jakość świeżego oleju, który ma być zastosowany do turbiny, w myśl tego, co było wyżej powiedziane, odpowiadać musi pewnym określonym warunkom, o czem przekonać się należy przez wykonanie odpowiedniej analizy. Badanie takie daje nam odpowiedź na to, czy zasadnicze własności oleju odpowiadają jego przeznaczeniu i czy stopień rafinacji jest dostatecznie wysoki. Dla świeżych olejów turbinowych ustalone są normy, wydane w projekcie „Norm i właściwości przetworów naftowych"—przez Polski Komitet Normalizacyjny. Są one mniej więcej identyczne z normami, obowiązującymi w innych krajach, a różnią się jedynie w szczegółach.

Przy badaniu olejów turbinowych wykonywa się następujące oznaczenia: wiskozę w 50°C, ciężar właściwy, temperaturę zapłonu, temperaturę krzepnięcia, zawartość popiołu, liczbę kwasową (zobojętnienia), liczbę zmydlenia, odporność oleju na emulgowanie, zawartość zanieczyszczeń stałych, wreszcie sprawdza się odczyn wyciągu wodnego na metyloranż i fenoloftaleinę. Wiskoza olejów zazwyczaj używanych w turbinach leży w granicach 2,5 — 4,0° $E_{50}$. Przy turbinach z przekładniami trybowymi stosuje się często oleje gęstsze o wiskozie 6,0 — 7,0° $E_{50}$. Z pośród wymienionych oznaczeń istotne są, ze względu na możność stwierdzenia rodzaju oleju, wiskoza,

ciężar właściwy, temperatura zapłonu; wielkości liczb kwasowej i zmydlenia oraz zawartość popiołu świadczą o stopniu rafinacji oleju.

Oprócz wymienionych oznaczeń wykonywa się jeszcze jedno, które pozwala na pewne przewidywanie tego, jakim zmianom ulegać będzie olej w warunkach jego pracy w turbinie. Jest to oznaczenie t. zw. liczby zesmalania. Oznaczenie to polega na tym, że określoną próbkę oleju ogrzewamy w temperaturze 120° C w przeciągu 50 godzin, poczym oznaczamy w próbce tej ilość utworzonych substancyj smolistych, które się rozpuszczają w alkoholo-wodnym roztworze ługu sodowego. Otrzymana liczba nie powinna przekraczać pewnej określonej wielkości, ustalonej w normach, jeśli olej ma w przeciągu dłuższego okresu czasu sprostać swemu zadaniu.

W następującej tablicy I podane są normy dla świeżych olejów turbinowych i kilka liczb dla zbadanych w C. L. C. świeżych olejów turbinowych.

TABLICA I.

*Normy dla świeżych olejów turbinowych i wyniki analiz.*

| Rodzaj oznaczenia | Normy dla świeżych olejów turbrnowych wg. projektu P. K. N. | Wyniki analiz świeżych olejów turbinowych, wykonanych w C.L.C. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV | V |
| Ciężar właściwy w 15°C | nie wyżej 0,930 | 0,902 | 0,903 | — | — | 0,906 |
| Temp. zapłonu wg. Marcussona | nie niżej 180° C | 194° | 193° | — | — | 194° |
| Temp. krzepnięcia | nie wyżej + 5° C | — | — | — | — | — |
| Wiskoza w 50° C | do 4,0°E ‖ 4,0° — 8,0° E | 2,90° | 2,72° | — | — | 3,24° |
| Liczba zobojętnienia (kwasowa) | nie wyżej 0,1 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Liczba zmydlenia | — | 0,14 | 0,14 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| Zawartość twardych asfaltów | 0 | — | — | — | — | — |
| Zawartość popiołu | nie wyżej 0,01% | śl. | śl. | śl. | śl. | śl. |
| Zawartość stałych ciał obcych | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liczba zesmalania | nie wyżej 0,2% | — | — | 0,07% | — | — |
| Odporność na emulgowanie | Olej winien oddzielić się maks. po 3 min. | dobra | dobra | dobra | dobra | dobra |

Jak widać z powyższej tablicy, wszystkie oznaczone liczby nie przekraczają granic, zakreślonych przez normy. Należy przy tym zaznaczyć, na podstawie zebranych informacyj, że oleje turbinowe, produkowane w kraju, w wielu przypadkach, w elektrowniach i w fabrykach, wytrzymały próbę długich okresów pracy.

### 5. *Znaczenie kontroli olejów turbinowych w ruchu.*

Zapewnienie dostatecznego bezpieczeństwa i utrzymanie normalnego biegu turbiny oraz możność wyzyskania oleju przez długi czas wymaga

stałej i starannej kontroli oleju w ruchu i kontroli warunków jego pracy. A więc stale winna być kontrolowana temperatura w łożyskach turbiny oraz temperatury przy wlocie i wylocie oleju z chłodnicy, celem przekonania się, czy utrzymują się one na normalnym poziomie. Co dzień kran u spodu zbiornika olejowego winien być otwierany, ewentualnie zebrana woda — spuszczana, ilość jej — mierzona.

Co pewien okres czasu należy pobierać próbki oleju z obiegu do jednakowych naczyń szklanych i próbki te przechowywać. Porównywanie próbek ze sobą pozwala na zaobserwowanie zmian, zachodzących w wyglądzie oleju i stwierdzenie pierwszych objawów starzenia się oleju.

Co pewien czas winna być wykonana analiza oleju, w każdym razie przed każdą kampanią.

Oznaczeniami, w których najwyraźniej odbija się proces starzenia się oleju są: liczba kwasowa, liczba zmydlenia, liczba smołowa, zawartość popiołu i odporność oleju na emulgowanie, jak również oznaczenie zawartości substancyj nierozpuszczalnych w benzynie normalnej.

Dla każdego oleju turbinowego od chwili nadejścia do fabryki założony winien być dziennik, w którym pod odpowiednimi datami, powiedzmy raz na kampanię, notowane będą wyniki każdej z poszczególnych analiz. Pożądane jest również wyrażanie wyników analiz w postaci wykresów dla każdego poszczególnego oznaczenia; do wykresów tych co każdą analizę przybywać będzie jeden punkt krzywej. Dzięki temu można będzie wiedzieć nie tylko, jaki jest stan „zdrowia" oleju przed każdą kampanią, lecz również, z przebiegu krzywych, można będzie przez pewną ekstrapolację wysnuwać z pewnym przybliżeniem prognostyki co do zmian, jakie dalej w normalnych warunkach pracy mogą zajść w oleju. Jeżeli do tego jeszcze próbkę oleju używanego poddamy w laboratorium sztucznemu procesowi starzenia się i w tak postarzonym oleju oznaczymy liczby: kwasową, zmydlenia i smołową, to liczby te jeszcze bardziej będą nam pomocne do przewidywania tego, jakim zmianom ulec może olej w najbliższej, obchodzącej nas przyszłości.

Posiadanie obszernego materiału analitycznego, dotyczącego używanych olejów turbinowych, jest bardzo pożyteczne, dzięki niemu bowiem, przy badaniu każdej poszczególnej próbki oleju, kiedy będzie wiadomy przepracowany czas oleju, można będzie orzekać, czy proces starzenia się przebiega normalnie, czy olej będzie się nadawał do pracy przez dłuższy czas, czy też proces ten przebiega nienormalnie szybko, — i w takim przypadku będzie można w porę poszukiwać przyczyn złego.

### *6. Granice wyzyskania oleju turbinowego i odpowiednie normy.*

Przejdźmy teraz do sprawy określenia granic wyzyskania oleju turbinowego i ustalania momentu, w którym należy olej odrzucić, jako nie nadający się do dalszego użytku. Należy zaznaczyć, że niema tu ostrej granicy pomiędzy olejem, który nadaje się jeszcze do użytku, a takim, który należałoby odrzucić. Nie ma tu bezwzględnie obiektywnych kryteriów, na podstawie których można by z zupełną pewnością orzekać w tej sprawie. Pewne wytyczne może tu dać tylko doświadczenie, a przecież nie można doświadczeń prowadzić tak daleko, by, przy stałej i ścisłej kontroli zmieniających się własności oleju i warunków jego pracy, prowadzić turbinę aż do momentu katastrofy. Zresztą jedno takie doświadczenie nie wystarczyłoby. Dlatego też wszelkie starania co do ustalenia własności oleju, przy których uznać go należy za nie nadający się do użytku, idą w tym kierunku, by

granice ustalić możliwie daleko od takich, przy których turbinie zagrażać może niebezpieczeństwo.

Wspomnieć tu należy o paroletnich doświadczeniach, przeprowadzonych w ruchu przez Baadera, Bauma i Hana w Niemczech, które miały na celu dokładne zbadanie procesu starzenia się olejów turbinowych i wpływu na ten proces różnych czynników, jak np. pochodzenia oleju, warunków jego pracy, pewnych cech konstrukcyjnych turbin i t. d. Badania te może nie rozwiązały pewnych zagadnień do końca, dały jednak wiele materiału do gruntownego poznania przebiegu procesu starzenia się olejów i zależności jego od różnych czynników.

Związek Elektrowni Niemieckich ustalił pewne liczby, jako liczby graniczne, po osiągnięciu których należy ładunek olejowy zmienić, są to: liczba kwasowa = 3,0, liczba zmydlenia = 6,0 i zawartość popiołu = 0,05%. Liczb tych nie należy rozumieć w ten sposób, by osiągnięcie ich zagrażało bezpośrednio bezpieczeństwu; te liczby graniczne, dla pewności, wyznaczone zostały stosunkowo nisko, by zabezpieczyć się od zaburzeń w ruchu.

Poglądy na liczby te, jakie mogłem słyszeć, są dość różne; jedni fachowcy uważają je za wygórowane — inni twierdzą, że olej może pracować jeszcze po przekroczeniu ich. Oczywiście, każdy przypadek należy rozpatrywać oddzielnie. W każdym razie można je uważać za wytyczne przy ocenie używanych olejów turbinowych; liczby te w połączeniu z wynikami całkowitej analizy, z obserwacjami, dotyczącymi zachowania się oleju w ruchu, i z pewną praktyką, nabytą w tych sprawach, — mogą pozwolić na opiniowanie co do dalszej przydatności olejów turbinowych.

Z kolei chcę przytoczyć kilka liczb, dotyczących używanych olejów, pochodzących z cukrowni i zbadanych w C. L. C. (Tablica II).

TABLICA II.

*Wyniki analiz używanych olejów turbinowych i normy graniczne Związku Elektrowni Niemieckich.*

| Rodzaj oznaczenia | Normy Związku Elektrowni Niemieckich | Używane oleje turbinowe, pochodzące z cukrowni polskich, badane w C. L. C. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| Liczba kwasowa | 3,0 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,18 | 0,11 | 0,40 | 0,22 | 0,04 | 0,50 |
| Liczba zmydlenia | 6,0 | 1,12 | 1,12 | 1,40 | 0,98 | 1,82 | 1,12 | 2,00 | 2,20 | 0,45 | 6,70 |
| Liczba smołowa | — | 0,37% | 0,38% | 0,37% | 0,37% | 0,44% | — | — | 0,57% | 0,22% | — |
| Zawartość popiołu | 0,05% | poniżej 0,01% | poniżej 0,01% | poniżej 0,01% | poniżej 0,01% | poniżej 0,01% | 0,012% | poniżej 0,01% | poniżej 0,01% | śl. | 0,02% |
| Odporność na emulgowanie | — | dost. | dost. | dost. | dost. | dost. | dost. | dost. | dost. | dost. | silnie emulguje |

Z punktu widzenia omawianych norm granicznych wszystkie te oleje, za wyjątkiem oznaczonego Nr. X, uznać by należało za zupełnie nadające się do dalszego użytku.

### 7. *Czas pracy smaru w turbinie i środki zalecane do jego przedłużenia.*

Była mowa dotychczas o własnościach używanego oleju turbinowego i o liczbach granicznych, które olej już dyskwalifikują. Zachodzi teraz pyta-

nie, w ciągu jakiego czasu pracy oleju liczby te bywają osiągane, ogólnie mówiąc, jak długi może być okres użytkowania oleju turbinowego? W literaturze, na podstawie faktów z praktyki, znajdujemy dane, że dobre oleje turbinowe, pracując w normalnych warunkach i przy dobrej kontroli, pracować mogą do 40 000 godzin i więcej t. j. około 5 lat. Jak zaznaczyłem, dotyczy to normalnych warunków pracy i starannej kontroli oleju i opieki nad nim. Rozumie się przy tym, że olej od czasu do czasu jest filtrowany czy odwirowywany od zanieczyszczeń i że pewne straty oleju, jakie zawsze mają miejsce, uzupełniane są świeżym olejem tego samego gatunku.

Oczywiście zdarzają się może nawet częste przypadki, że oleje wytrzymują znacznie krótsze okresy pracy, czasem z powodu niedostatecznej opieki nad olejem i kontroli, czasem z przyczyn, nie dających się wyjaśnić, wobec których fachowcy stają bezradni i których poszukiwać by należało czy we własnościach surowca, z którego olej został wyprodukowany, czy w warunkach jego fabrykacji, czy też w jakichś specjalnych, miejscowych warunkach pracy oleju w turbinie.

Muszę tu wspomnieć o tym, że przy zbieraniu materiałów i informacyj zetknęliśmy się z olejami turbinowymi krajowej produkcji, które przepracowały już około 30 000 godzin w różnych fabrykach i które jeszcze nadawały się do dalszego używania. W świetle powyższych liczb, jeśli chcielibyśmy zastosować je do warunków pracy turbin w cukrowniach, rachunek teoretyczny wyglądałby jak następuje: przeciętny czas trwania kampanii—2 miesiące t. j. ok. 1 500 godzin; jeśli przyjmiemy, że olej może wytrzymać od 30 000 do 45 000 godzin - stąd pozorny wniosek, że mógłby on przepracować od 20 do 30 kampanij. Wypadły liczby fantastyczne, a to dlatego, że w rachunku nie uwzględniliśmy faktu, że olej turbinowy w ciągu roku pracuje 2 miesiące a 10 miesięcy stoi. W ciągu tych 10 miesięcy olej co prawda nie podlega gwałtownemu działaniu czynników postarzających go, o których była mowa, lecz ulega jednak pewnemu starzeniu się, choć w tempie powolnym. Dlatego też, jeśli dla normalnych, dobrych warunków pracy przyjmiemy połowę tych wielkości t. j. jakieś 10 kampanij, a może i więcej, to liczby te nie wydają się nie do osiągnięcia, jeśli weźmiemy pod uwagę jeszcze fakt, że podczas pracy oleju mają miejsce pewne straty oleju, które są uzupełniane co kampanię niedużymi porcjami oleju świeżego.

Jeśli chodzi o rzeczywiste okresy czasu pracy oleju turbinowego w cukrowniach, to według pewnej liczby zebranych informacyj sprawa ta przedstawia się następująco: są turbiny, które na jednym ładunku olejowym przepracowały od 6 do 8 kampanij t. j. do jakichś 10 000 godzin — są też takie przypadki, gdzie olej przepracował od 3 do 4 kampanij i krócej, szczególnie w pierwszych latach po zainstalowaniu turbin, może z powodu specjalnych przyczyn, wskutek których ulegał szybkiemu psuciu się, może też z powodu braku odpowiednich danych co do oceny oleju. Turbiny w cukrowniach pracują od niedawna, dlatego też, jak i z powodu krótkich okresów pracy w ciągu roku, doświadczenie nabyte w tej sprawie nie może być duże. Z biegiem czasu jednak wyzyskanie olejów turbinowych będzie napewno większe.

Z kolei przejść należy do rozpatrzenia tych środków, które są w naszym rozporządzeniu i których przestrzeganie przedłużyć może okres używalności oleju. A więc dbać należy o szczelność dróg olejowych tak, by zabezpieczyć olej przed możliwością dostawania się do niego zanieczyszczeń; dążyć należy do tego, by możliwie w czasie ruchu ani para ani woda

nie dostawały się do oleju, czy to przez nieszczelności chłodnicy, czy też przez uszczelnienia labiryntowe. W jednej z cukrowni przez połączenie kominków na labiryntach z przestrzenią parową o niższym ciśnieniu, zastosowano wysysanie pary, która może się przedostawać przez labirynt. Efekt takiego wysysania okazał się dodatni, woda do oleju już się nie dostawała. O ile woda zbiera się w zbiorniku, należy ją codzień odpuszczać ze spodu zbiornika, jak również zebrany osad, szlam czy warstwę emulsji, aby nie dostawały się one z powrotem do obiegu. O ile przewody olejowe przebiegają w bliskości przewodów parowych, winny one być dobrze zaizolowane-

Przewód doprowadzający olej, który spływa z łożysk do zbiornika, powinien kończyć się blisko zwierciadła oleju w zbiorniku, aby nie dopuścić do pienienia się i umożliwić szybkie wydzielanie się powietrza z oleju, zanim dojdzie do chłodnicy i dalej pompowany będzie do łożysk.

Należy tu zaznaczyć, że wielkość zbiornika olejowego a tym samym ładunku olejowego może odgrywać pewną rolę w procesie starzenia się oleju. Przy małym zbiorniku olejowym (ładunki olejowe w cukrowniach wahają się od 250 *kg* do 1 500 *kg*) cała porcja oleju w ciągu np. jednej godziny więcej razy wykonać musi obieg, więc narażona będzie więcej na stykanie się z powietrzem i metalami i mniej będzie czasu na to, by powietrze mogło się z oleju wydzielić, a powstałe ewentualnie osady— osiąść. W takich więc warunkach olej będzie się starzał szybciej i dlatego wydaje się, że większe ładunki olejowe przy jednorazowym większym wydatku będą dla turbiny bezpieczniejsze.

Niezmiernie ważna jest dalej sprawa czyszczenia po kampanii wszystkich dróg olejowych i sprawa obchodzenia się z olejem. Wszystkie przewody olejowe, zbiornik i chłodnica winny być bardzo dokładnie oczyszczone. Pozostawianie w nich oleju z kampanii na kampanię, czy też niedokładne wyczyszczenie ich spowodować może szybkie zestarzenie się nietylko oleju już używanego, lecz i świeżego oleju, jeśli olej będzie wymieniany, gdyż jak już było zaznaczone, wszystkie produkty starzenia się oleju i zanieczyszczenia znacznie przyspieszają proces starzenia się.

Przy turbinach, pracujących dłuższe okresy czasu, czyszczenie dróg olejowych może być kłopotliwsze i może zachodzić potrzeba stosowania różnych rozpuszczalników wskutek przywierania do ścianek osadów o charakterze asfaltów. Z pośród rozpuszczalników wymienić należy: trójchloroetylen (t.zw. niepalną benzynę)—dobry rozpuszczalnik, który jednak po użyciu należy b. dokładnie usuwać, gdyż pozostawiony, atakować może nieco miedź, a powstałe sole miedzi są bardzo szkodliwe dla oleju; poza tym używany bywa benzol, również dobry rozpuszczalnik, lecz przykry w użyciu i palny.

Turbiny w cukrowniach, dzięki krótkim okresom pracy, mogą naogół nie wymagać stosowania tych rozpuszczalników; wystarczyć może wycieranie poszczególnych części niestrzępiącymi się szmatami, czy pakułami, maczanymi w benzynie, czy w ciepłym oleju turbinowym, a następnie parowanie i suszenie. W żadnym przypadku nie należy zaniechać czyszczenia np. chłodnicy dlatego, że bez zupełnego rozmontowania jej nie można się dostać do strony olejowej. O ile rozmontowanie chłodnicy przedstawia jakieś trudności, to trzeba zastosować rozpuszczalniki, a potem dobrze wypłukać chłodnicę, wyparować i wysuszyć.

Co dotyczy samego oleju, to pożądane jest spuszczenie go po kamnanii w stanie jeszcze ciepłym, gdyż w takim oleju produkty starzenia więcej są rozpuszczalne i po zupełnym ostygnięciu oleju nie będą wypadać

i osadzać się np. w zbiorniku i chłodnicy. Olej należy przenieść do innego wysokiego naczynia zaopatrzonego u spodu w kran, przez pewien czas pozostawić w spokoju, i co jakiś czas — spuszczać zebraną wodę i osady. Poczem należy koniecznie olej albo przecedzić, albo odwirować.

Do cedzenia służyć mogą specjalne filtrprasy, gdzie cedzenie odbywa się przez bibułę; prasy takie buduje firma Szpotański specjalnie dla olejów transformatorowych — są one jednak za duże i za kosztowne dla ilości olejów, z jakimi mamy do czynienia w cukrowniach. Wystarczyć tu mogą cedzidła, które wykonać można w każdej cukrowni, prostszej konstrukcji, gdzie olej pod własnym ciśnieniem będzie cedzony przez warstwy wełny, wypranej i wysuszonej, ułożonej szczelnie na sitach.

Bardzo wygodne są również w użyciu odpowiedniej wielkości wirówki Lavala, stosowane do tego celu dość często. Zalecane też bywa, przed cedzeniem, czy wirowaniem, płukanie oleju ciepłą wodą.

Przed właściwym napełnieniem zbiornika olejowego przed kampanią dobrze jest wlać do zbiornika tyle oleju, by móc uruchomić pompę pomocniczą i przez czas pewien przepłukiwać drogi olejowe, po czym olej ten należy spuścić i napełnić zbiornik właściwym ładunkiem.

O ile zachodzi potrzeba dopełnienia ładunku olejowego olejem świeżym, to należy używać do tego celu oleju tego samego gatunku i pochodzenia, co olej dotychczas używany. Zastosowanie innego oleju może wywołać wypadanie osadów. Wreszcie wspomnieć należy o tym, że na ogół, tak zwane „odnawianie" używanego oleju przez mieszanie go z większymi ilościami oleju świeżego nie jest ekonomiczne i odracza sprawę całkowitej wymiany oleju nie na długo, gdyż świeży olej, w obecności zużytego starzeje się o wiele szybciej aniżeli normalnie.

O ile wszystkie wskazania, zalecane przez fachowców, będą przestrzegane, można się spodziewać, że olej będzie mógł pracować przez dłuższy okres czasu.

---

Chciałbym jeszcze wspomnieć o pewnych środkach, które próbuje się stosować do przedłużenia okresu „życia" olejów turbinowych. Ponieważ, jak już wspominano, tlen powietrza jest tym głównym czynnikiem, który wpływa na starzenie się oleju, rzucone były myśli, by w jakiś sposób zaizolować olej od stykania się z powietrzem. Tymi środkami izolującymi olej mają być gazy redukujące, jak wodór, lub obojętne, jak azot, którymi ma być olej turbinowy co pewien czas nasycany. Porównawcze próby sztucznego starzenia olejów turbinowych w atmosferze tych gazów i w atmosferze powietrza, stwierdziły, że w obecności wspomnianych gazów proces starzenia się olejów przebiega o wiele wolniej.

---

Na zakończenie chciałbym podziękować p. prof. K. Smoleńskiemu za rady i wskazówki, z których korzystałem przy opracowaniu opisanego tematu, jak również Dyrekcjom Cukrowni za umożliwienie mi zaznajomienia się ze stanem rzeczy na miejscu w cukrowniach, oraz Przedstawicielom Przemysłu Naftowego za udzielone informacje.

---

## STRESZCZENIE.

Wymienione są zadania, jakie ma do spełnienia smar w turbogeneratorze. Podczas pracy olej turbinowy podlega działaniu szeregu czynników,

wskutek czego ulega starzeniu się. Rozpatrzony jest przebieg procesu starzenia się smaru, opisane obiawy tego procesu, jak wydzielanie się osadów, tworzenie się emulsji z wodą oraz wymienione są skutki i zaburzenia, jakie zestarzały olej może wywołać.

W świetle powyższego ważne jest stosowanie do turbogeneratorów dobrych olejów turbinowych, odpornych na starzenie się i konieczne analizowanie tych olejów. Podane są normy dla świeżych olejów turbinowych, wyjaśnione znaczenie poszczególnych oznaczeń oraz podane wyniki analiz kilku próbek olejów pochodzenia krajowego, wykonanych w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym [Tabl. I].

Ze względu na bezpieczeństwo biegu turbiny podkreślone jest znaczenie kontroli olejów turbinowych w ruchu, co daje możność obserwowania przebiegu procesu starzenia się i ewentualnego przewidywania tego, jakim zmianom olej będzie ulegał dalej. Rozpatrzona jest sprawa granic wyzyskania olejów turbinowych i podane są normy Związku Elektrowni Niemieckich oraz ich interpretacja. Podane są wyniki analiz, szeregu próbek używanych olejów turbinowych, pochodzących. z cukrowni polskich; analizy wykonano w C.L.C., [Tabl. II].

Czas pracy dobrych olejów turbinowych może dochodzić do 30 000—40 000 godzin i wyżej przy normalnych warunkach pracy i starannej opiece nad olejem. Podane są okresy czasu pracy olejów turbinowych w cukrowniach, które dziś dochodzą do 8 kampanij. Na zakończenie rozpatrzone są te środki, których przestrzeganie może przedłużyć czas pracy olejów.

---

## Huiles pour turbines à vapeur en sucrerie.

par l'Ingénieur W. REICHER.

*Résumé.*

*On énumère les fonctions que l'huile de graissage doit remplir dans le turbo-générateur. L'huile en service est exposée à l'action de nombre de facteurs qui donnent lieu à des modifications physiques et chimiques (vieillissement de l'huile). On examine la marche du processus de vieillissement et ses symptômes, tels que la formation de sédiments et d'émulsions avec l'eau; on décrit les conséquences néfastes et les accidents qui peuvent être causés par l'emploi d'une huile usée.*

*Il est donc important d'employer pour les turbo générateurs des huiles de haute qualité, de résistance élevée aux détériorations, et de faire un examen soigneux et systématique de ces huiles. On donne les normes pour les huiles fraîches pour turbines à vapeur; on explique l'importance des différentes déterminations et des différents essais généralement effectués sur ces huiles. On présente les résultats de l'examen de plusieurs échantillons d'huile d'origine polonaise; l'examen a été fait au Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise (Tableau I).*

*Vu la sureté du travail des turbines à vapeur on souligne l'importance de l'examen des huiles en service, ce qui offre la possibilité d'observer les progrès du viellissement et de prévoir les modifications que l'huile peut encore subir. On discute la question des limites jusqu'aux quelles les huiles peuvent être employées dans les turbines à vapeur; on présente les normes des Centrales Electriques Allemandes avec explications. On donne les résultats de l'examen de nombre d'huiles déjà employées dans*

*des turbines à vapeur; les échantillons provenaient de sucreries polonaises, l'examen était fait au Laboratoire Central (Tableau II).*

*Le service de bonnes huiles pour turbines à vapeur peut durer jusqu'à 30.000 ou 40.000 heures et même plus, si les conditions de l'huile en service sont normales et les soins sont bons. On présente des chiffres relatifs à la durée du service des huiles dans les turbines à vapeur des sucreries; la durée du service atteint actuellement 8 campagnes. Enfin on examine les moyens qui peuvent prolonger la durée du service des huiles.*

---

## LITERATURA.

1. Projekt P. K. N. Norm i właściwości przetworów naftowych i normalne metody ich badania.
2. M. Żelisławski. Obsługa turbin parowych. 1937 r.
3. E. A. Kraft. Die Dampfturbine im Betriebe, 1935 r.
4. E. W. Steinitz. Richtige Maschinenschmierung, 1932 r.
5. Die Ölbewirtschaftung, 1930 r. Wydane przez Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. Berlin.
6. D. Holde. Kohlenwasserstofföle und Fette. 1933 r.
7. A. Baader, G. Baum i F. L. Hana. Dauerversuche über die Alterung von Dampfturbinen-Ölen im Betrieb.
8. A. Baader. Grundsätzliches zur Kontrolle der in Gebrauch befindlichen Isolier- und Dampfturbinenöle. ETZ. 49 (1928). 967.

XI.

# Siarkowanie krajanki.[*]

*Referat z artykułów Prof. O. Spenglera i D-ra St. Böttgera*[1]*.*

W liczbie badań, mających na celu poznanie warunków najlepszego oczyszczania soków cukrowniczych, wypróbowano działanie szeregu kwasów na surowy sok buraczany oraz na sok po defekacji wstępnej. Okazało się, że zastosowanie takich kwasów, jak fosforowy, szczawiowy, siarkowy—mało wpływa na jakość soków, *wprowadzenie zaś kwasu siarkawego, $SO_2$, do surowego soku buraczanego* daje soki o wyjątkowo niskim zabarwieniu.

Na czym polega to specyficzne działanie $SO_2$ na surowy sok buraczany? W każdym razie nie na lepszym strącaniu niecukrów na skutek obniżenia *pH* soku, gdyż inne kwasy tak dodatniego działania, jak $SO_2$, nie wywołują.

Przyczyn otrzymywania nisko zabarwionych soków w przypadku wprowadzania $SO_2$ do soku surowego należy doszukiwać się *w roli, jaką $SO_2$ odgrywa przy powstawaniu substancyj barwnych.*

Jak wiadomo, substancje barwne tworzą się w soku z produktów rozkładu sacharozy i cukru przemienionego. Rozkład sacharozy i cukru przemienionego zaczyna się już w baterii dyfuzyjnej i trwa na dalszych stacjach fabryki. Na defekacji, pod wpływem wapna i wysokiej temperatury, tworzenie się substancyj barwnych jest najsilniejsze („niszczenie" inwertu). Przypuszczają, że tworzenie się substancyj barwnych zachodzi pod wpływem *katalizatora*, którym jest ciężki metal (żelazo). Katalizator ten obecny jest w sokach w większych lub mniejszych ilościach (silniejsze lub słabsze ciemnienie soków), a *przez wprowadzenie $SO_2$ zostaje częściowo zatruty* i wtedy soki ulegają mniejszemu ciemnieniu.

Wprowadzony więc do soku $SO_2$ zmniejsza tworzenie się substancyj barwnych z produktów rozkładu sacharozy i inwertu, jednakże bynajmniej nie zatrzymuje samych procesów rozkładowych, o czym świadczą następujące próby:

---

*) Gaz. Cukr. **78**, (1936), 102.

[1]) O. Spengler und St. Böttger. Lässt sich durch einen Säurezusatz bei der Saftreinigung eine zusätzliche Verbesserung der Verarbeitungsfähigkeit erzielen? 2. Mitteilung. Z. Wirtschgr. Zuckerind. **85** (1935), 316.

O. Spengler. Über Kampagneerfahrungen. Deutsche Zuckerind. **61** (1936), 91.

1,1—procentowe roztwory cukru przemienionego zagrzewano w temp. 90° przy *pH* ok. 12,0 w ciągu 15 minut (warunki w których inwert ulega niszczeniu) w jednej serii bez dodania siarczynu sodowego, w drugiej serii—z dodaniem siarczynu. W obydwu seriach inwert uległ zupełnemu rozkładowi, wysaturowane roztwory zawierały we wszystkich przypadkach 0% niwertu, natomiast ustosunkowanie się zabarwień tych roztworów było następujące:

| | Bez dodania $Na_2SO_3$ | Z dodaniem $Na_2SO_3$ przed procesem niszczenia inwertu | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $SO_2$— 0,005% | 0,01% | 0,05% |
| Zabarwienie $St^0$ | 33,3 | 16,4 | 12,8 | 11,4 |
| Różnica w zabarwieniu | — | —50,7% | —61,5% | —65,7% |

Ciekawym, a na podstawie rozumowań powyższych zrozumiałym jest jeszcze fakt, że zwykłe siarkowanie soków rzadkiego, ½ gęstego, gęstego, które już zawierają produkty rozkładu sacharozy i cukru przemienionego, aczkolwiek obniża zabarwienie tych soków, ale w stopniu znacznie słabszym, aniżeli siarkowanie soku surowego, w którym inwert jeszcze nie uległ rozkładowi. Przez wprowadzenie $SO_2$ do soku surowego przed zagrzewaniem i nawapnianiem zapobiega się tworzeniu substancyj barwnych, późniejsze odbarwianie soków zapomocą $SO_2$ daje efekt znacznie słabszy. O powyższym świadczą liczby następujące, dotyczące zabarwienia soków gęstych otrzymanych:

| | Bez siarkowania | Po siarkowaniu soku rzadkiego | | Po siarkowaniu soku surowego | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $SO_2$ 0,005% | 0,01% | $SO_2$ 0,005% | 0,01% |
| Zabarwienie $St^0$ | 12,3 | 10,7 | 8,7 | 8,0 | 7,0 |
| Różnica w zabarwieniu | — | —13% | —29% | —35% | —43% |

Rozkład inwertu w świeżych burakach i w soku dyfuzyjnym, ciemnienie soków I saturacji, spadek alkaliczności na wyparce, otrzymywanie ciemnych soków gęstych i cukrzyc i brzydkich cukrów—wszystko to są zjawiska w wysokim stopniu uzależnione od zawartości inwertu w sokach i od przebiegu jego rozkładu.

Z tego względu, że część cukru przemienionego, zawartego w buraku, ulega rozkładowi już w baterii dyfuzyjnej z wytworzeniem pewnej ilości trudno zniszczalnych substancyj barwnych, powzięto myśl przesunięcia siarkowania jak najbliżej początku fabrykacji i spróbowano siarkować krajankę w chwili jej otrzymania w krajalnicy. W ten sposób powstawanie substancyj barwnych byłoby zahamowane już w baterii dyfuzyjnej.

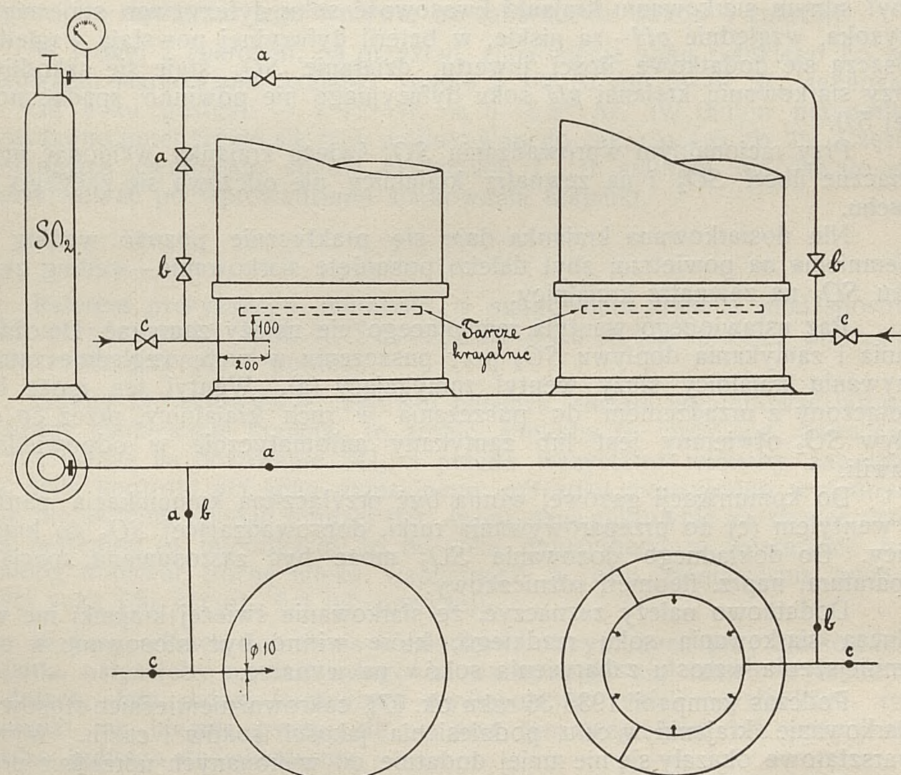
Próby wykonano z dwiema odmianami buraków *D* i *E*; przy drugiej odmianie zastosowano długi czas obiegu baterii dyfuzyjnej.

| | Odmiana *D*. | | Odmiana *E*. | |
|---|---|---|---|---|
| | bez siarkowania | 0,003% $SO_2$ na wagę krajanki | bez siarkowania | 0,003% $SO_2$ na wagę krajanki |
| *pH* soku dyfuzyjn. | 6,4 | 5,8 | 6,2 | 5,8 |
| Kwasowość „ | 0,022 | 0,020 | 0,020 | 0,016 |
| Barwa „ | szaro-czarna | mysio-szara | czarna | mysio-szara |
| Zabarw. soku gęstego | 15,0 | 11,3 | 14,8 | 10,7 |
| Różnica w zabarwieniu | — | ok—25% | — | ok—38% |

Soki gęste, otrzymane w przypadku siarkowania świeżej krajanki, miały o 25 do 40% niższe zabarwienie od soków, otrzymanych bez siarkowania. Siarkowanie soku rzadkiego obniżyłoby zabarwienie tego soku tylko o ok. 10—15%.

Siarkowanie świeżej krajanki, poza otrzymaniem jaśniejszych i mniej podatnych na ciemnienie soków, posiada jeszcze zalety następujące: wysłodki, a zatem i wytłoki suszone pozostają jasne i ładne; wszelka działalność drobnoustrojów w baterii dyfuzyjnej, powodująca rozkład cukru, pienienie się i kwaśnienie soku, zostaje z góry zatrzymana; nawet przy złej robocie na baterii dyfuzyjnej otrzymuje się lepsze soki.

Siarkowanie krajanki nie jest pomysłem nowym i stosowane było w roku 1848 przez E. Leyde w celu otrzymywania jasnych wysłodków. W tym samym celu siarkowanie krajanki w krajalnicy wprowadzone było w cukrowni Obernjesa (Niemcy) przez Dyrektora W. Ehlerta w 1930 roku; ilość stosowanego $SO_2$ wynosiła ok. 0,002—0,004% na buraki.




Rys. 37. Schemat siarkowania krajanki
*a* — wentyle zamykające
*b* — wentyle do regulowania ilości $SO_2$
*c* — wentyle do przeparowywania

Schemat urządzenia do siarkowania krajanki na warsztacie fabrycznym pokazany jest na Rys. 37. Jest to schemat instalacji, czynnej w cukrowni Obernjesa i ulepszony przez Prof. O. Senglera.

Siarkowanie świeżej krajanki winno być tak wykonane, aby możliwie wszystkie cząsteczki krajanki zetknęły się z gazowym $SO_2$. Do wprowa-

dzania $SO_2$ wystarcza rurka, wpuszczona do krajalnicy na długość 200 *mm* i umieszczona pod tarczą na odległości 100 *mm* (średnica krajalnicy — 1000 *mm*; lewa krajalnica na rysunku). Rurka o długości 400 *mm* daje takie same wyniki. W celu lepszego wymieszania krajanki z $SO_2$ pod tarczę może być wprowadzona rura pierścieniowa z otworkami, skierowanemi do wewnątrz (prawa krajalnica na rysunku).

Na przewodzie pomiędzy butlą z $SO_2$ a krajalnicą winny być ustawione dwa wentyle: jeden (a) — zamykający dopływ $SO_2$, drugi (b) — do regulowania ilości wprowadzanego $SO_2$. Wentyl regulujący ustawia się zależnie od pożądanej dawki $SO_2$, którą się sprawdza według zmniejszenia ciężaru butli oraz ilości przerobionych buraków. Dawkę $SO_2$ ustala się w zależności od jakości buraków, od pracy na baterii dyfuzyjnej; wynosi ona od 0.002 do 0.01% na wagę buraków. Przy zbyt niskiej dawce $SO_2$ krajanka ciemnieje, *pH* i kwasowość soku dyfuzyjnego nie ulegają prawie żadnej zmianie, a efektu dodatniego nie osiąga się żadnego. Przy zbyt silnym siarkowaniu krajanki kwasowość soku dyfuzyjnego staje się za wysoka, względnie *pH*—za niskie, w baterii dyfuzyjnej powstają względnie niszczą się dodatkowe ilości inwertu, działanie $SO_2$ staje się szkodliwe. Przy siarkowaniu krajanki *pH* soku dyfuzyjnego nie powinno spadać poniżej 5,0.

Przy racjonalnym wprowadzaniu $SO_2$ świeża krajanka wchłonąć może znaczne ilości $SO_2$ i na zewnątrz krajalnicy nie odczuwa się żadnego zapachu.

Nie dosiarkowana krajanka daje się praktycznie poznać według jej ciemnienia na powietrzu; zbyt daleko posunięte siarkowanie—według zapachu $SO_2$ na zewnątrz krajalnicy.

Raz ustawionego wentyla regulującego nie należy zamykać. Do otwierania i zamykania dopływu $SO_2$ przy puszczaniu w ruch, względnie zatrzymywaniu krajalnicy służy wentyl zamykający (a). Wentyl ten może być połączony z urządzeniem do puszczania w ruch krajalnicy, przez co dopływ $SO_2$ otwierany jest lub zamykany automatycznie w odpowiedniej chwili.

Do komunikacji gazowej winna być przyłączona komunikacja parowa z wentylem (c) do przeparowywania rurki, doprowadzającej $SO_2$ do krajalnicy. Do dokładnego dozowania $SO_2$ może być zastosowana specjalna aparatura, naprz. fleometr różniczkowy.

Dodatkowo należy zaznaczyć, że siarkowanie świeżej krajanki nie wyklucza siarkowania soku rzadkiego, które winno być stosowane w celu zmniejszenia wzrostu zabarwienia soków na wyparce.

Podczas kampanii 1935/36 roku ok. 17% cukrowni niemieckich stosowało siarkowanie krajanki w celu podniesienia jakości soków i cukru. Wyniki warsztatowe okazały się nie mniej dodatnie od wykonanych uprzednio prób.

Co prawda w szeregu cukrowni natknięto się na pewne trudności, co zresztą zawsze bywa przy wprowadzaniu nowego sposobu pracy. Dzięki pomocy Prof. O. Sp e n g l e r a trudności te łatwo dawały się usuwać.

W kilku małych cukrowniach, na przykład, stosowano zbyt duże dawki $SO_2$, do 0,015°/₀ na buraki; otrzymywano przy tym zupełnie bezbarwny, nieco mętny sok dyfuzyjny i tylko zlekka zabarwione soki rzadkie i gęste. Ze względu na niebezpieczeństwo inwersji, wywołane znacznym obniżeniem *pH* soku dyfuzyjnego, zmniejszono dawkę $SO_2$ do 0,008 — 0,01%. Pod względem zabarwienia wyniki okazały się nie mniej korzystne od poprzednich.

W innych znowuż cukrowniach siarkowanie krajanki nie dawało żadnej poprawy soków; okazało się, że dawka $SO_2$ była za mała i wynosiła zaledwie 0,0008°/₀; po zwiększeniu dawki do 0,005 – 0,008°/₀ osiągnięto pożądany efekt.

W kilku cukrowniach rurka do wprowadzania $SO_2$ była źle umieszczona; silny zapach $SO_2$ wydostawał się z krajalnicy, podczas gdy krajanka była nie dosiarkowana; przez odpowiednie przestawienie rurki dało się temu zapobiec.

W innym znowuż przypadku zaobserwowano, że krajanka mięknie, i przypisywano to zjawisko siarkowaniu. Okazało się jednakże, że przyczyną złego była wysoka alkaliczność wód kondensacyjnych, używanych na dyfuzję: wskutek przerobu buraków niedojrzałych wody te zawierały znaczne ilości amoniaku. Siarkowanie nie wywiera żadnego wpływu na własności mechaniczne krajanki.

W ogólnym wyniku zastosowania siarkowania krajanki na warsztatach fabrycznych w ciągu ubiegłej kampanii przekonano się o celowości tego procesu i o dodatnim jego wpływie na zabarwienie soków i cukrów.

W jednej z cukrowni, na przykład, zabarwienie soku rzadkiego po zastosowaniu siarkowania krajanki spadło z 10° *St.* do 5—6° *St.*, zabarwienie zaś soku gęstego — z 12° *St.* na 5—6,5° *St.* W innym przypadku stwierdzono polepszenie się typu produkowanego cukru o 1,5 do 2°. Często występujące ciemnienie soków cedzonych I i II saturacji nie dawało się zaobserwować po wprowadzeniu siarkowania krajanki.

---

Referent powyższego materiału o siarkowaniu krajanki miał sposobność usłyszeć uwagi Prof. K. Smoleńskiego w tej sprawie, które pozwala sobie przytoczyć poniżej.

Gdyby którakolwiek z cukrowni polskich chciała wypróbować lub zastosować siarkowanie krajanki, to zrobić winnaby to ostrożnie, zwracając baczną uwagę na dozowanie $SO_2$, a przede wszystkim winnaby zaprowadzić ścisłą kontrolę *pH* soku dyfuzyjnego. *pH* soku dyfuzyjnego w żadnym razie nie powino spadać poniżej 0,5. Jeżeli dana cukrownia nie stosuje defekacji wstępnej (w miernikach), to do soku dyfuzyjnego w miernikach należałoby dodawać trochę mleka wapiennego w celu zmniejszenia kwasowości soku (do *pH* ok. 6,0 lub powyżej).

W przypadkach dołowania wysłodków, otrzymanych przy siarkowaniu krajanki, należałoby zwrócić uwagę na zachowanie się takich wysłodków w dołach, Jaki rodzaj fermentacji występuje w takich wysłodkach, czy wysłodki nie ulegają psuciu się — pod tym względem, nie posiadamy jeszcze żadnego doświadczenia.

*Inż. M. Werkenthin.*

---

STRESZCZENIE.

Na podstawie artykułów Prof. O. Spenglera i St. Böttgera omówiona jest sprawa siarkowania krajanki na warsztacie fabrycznym, podany jest schemat urządzenia do doprowadzania $SO_2$ oraz wyniki zastosowania tego sposobu w cukrowniach niemieckich.

---

## La sulfitation des cossettes.

*Résumé.*

*D'après les travaux du Professeur O. Spengler et de St. Böttger la question de la sulfitation des cossettes en usine est examinée en raccourci, un schéma de l'installation pour l'introduction du $SO_2$ est présenté et les résultats de l'application de ce procédé dans les sucreries allemandes sont donnés.*

---

XII.

# O zawracaniu wód brudnych w cukrowniach niemieckich.*)

Na posiedzeniu Stowarzyszenia Techników Cukrowniczych w Dreźnie 1 czerwca 1935 r.[1]) dr. E. Nolte wygłosił referat o oczyszczaniu ścieków cukrowniczych, będący niejako résumé wszystkich dotychczasowych zdobyczy na tym polu i pozwalający przewidywać kierunek dalszych badań nad tym zagadnieniem. Referat powyższy stał się wstępem do szeregu referatów i sprawozdań, mających w zasadzie wspólny temat: „zawracanie ścieków", a kładących główny nacisk na zawracanie wód dyfuzyjnych i prasowych z powrotem na dyfuzję.

Dr. Nolte podszedł do zagadnienia oczyszczania ścieków od strony historycznej, przypominając, że najpierw rozpoczęto oczyszczanie mechaniczne, później poświęcono dużo pracy oczyszczaniu chemicznemu, przy czym zagadnienia nie rozwiązano. Chemiczne bowiem oczyszczanie ścieków cukrowniczych nie jest w normalnych warunkach pracy cukrowni możliwe, gdyż środki klarujące nie usuwają większej ilości rozpuszczonej substancji organicznej, a powstałych z rozkładu cukru kwasów nie udaje się całkowicie strącić i absorbować. Około roku 1900 rozpoczynają się badania nad oczyszczaniem biologicznym, a dziś proces ten został uznany za gospodarczo najbardziej usprawiedliwiony i najlepszy; szczególnie nadaje się do wód dyfuzyjnych i prasowych, zawierających najwięcej rozpuszczonych związków organicznych. W r. 1925 dr. Nolte zastosował w cukrowni Salzwedel opracowany przez siebie i Prütza fermentacyjno-gnilny sposób[2]), polegający na poddaniu wód dyfuzyjnych i prasowych kwaśnieniu w specjalnym stawie, strąceniu części wywiązanych kwasów wapnem w drugim stawie — „osadniku wapiennym", i następnie na poddaniu w trzecim stawie fermentacji gnilnej, prowadzącej do rozkładu ciał białkowych. Przebieg

---

* Gaz. Cukr. **79,** (1936), 17.

[1]) Centr. Zuckerind **43,** (1936) 655, 672, 687, 703, 720.

[2]) Gaz. Cukr. **71,** (1932), 276; inż. *W. Jurewicz:* Kontrola wód brudnych. Prace C.L.C. w l. 1932—33 str. 182.

oczyszczania można kontrolować przez oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu[3]). Przy starannej pracy stopień oczyszczania jest bardzo wysoki, a po oddzieleniu zawiesin wystarczy końcowe oczyszczenie pozostawić pracy bakteryj w glebie pola irygacyjnego.

Wody spławiakowe i płóczkowe radzi dr. Nolte zawracać przez odstojniki mechaniczne—po sklarowaniu wapnem i dodaniu chloru—do fabryki, usuwając tylko niewielkie ilości najbrudniejszej wody z błotem. Najlepiej stosować odstojniki z ciągłym usuwaniem błota[4]). Wody barometryczne, zależnie od miejscowych warunków, można po uprzednim ochłodzeniu odprowadzać do rzeki, albo zawracać do fabryki. Dodatek $CuSO_4$ lub $CuCl_2$ powstrzymuje rozwój grzybów w tych wodach.

Za idealne rozwiązanie uważa dr. Nolte zawracanie *wszystkich* wód: dyfuzyjnej i prasowej na dyfuzję, spławiakowej i płuczkowej na spławiaki, a barometrycznych z powrotem na skraplacze. Niewielkie ilości, odprowadzone z osadami, mogłyby być na małej przestrzeni dokładnie oczyszczone.

Dzisiaj — konkluduje dr. Nolte — kwestia oczyszczania ścieków w cukrowniach zmierza do zawracania całej ilości wody do ruchu. W dotychczasowym użyciu są — dzięki podziałowi wód brudnych na kategorie— metody: mechanicznego oddzielania wody od osadów i odświeżania jej chlorem lub t. p.. biologicznego oczyszczania przez podwójną fermentację, wreszcie — dezynfekowanie wód ciepłych.

W kilku referatach i sprawozdaniach, wygłoszonych na wspomnianym posiedzeniu, przedstawiciele poszczególnych cukrowni charakteryzowali dzisiejszy stan zawracania wód brudnych do fabryki. Dowiadujemy się, że zawracanie wód dyfuzyjnych i prasowych na dyfuzję było prowadzone na warsztatach fabrycznych już od kilku lat w szeregu cukrowni niemieckich, z których omówione zostały: Stöbnitz, Genthin, Klützow, Kleinwanzleben, Kurtwitz[5]). Na prowadzenie tej metody pracy złożyły się zasadniczo trzy czynniki, zgodnie podkreślane w referatach:

---

[3]) Gaz. Cukr. **73**, (1933), 4; inż. *W. Jurewicz:* Oznaczanie tlenu, rozpuszcz. w wodzie. Prace C. L. C. w 1. 1932—33, str. 173,

[4]) Gaz. Cukr. **75**, (1934), 231; inż. *W. Jurewicz:* Odstojnik syst. K. Dąbrowskiego w praktyce. Prace C. L. C. w r. 1934, str. 169.

[5]) Należy zauważyć, że próby zawracania wód dyfuzyjnych i prasowych na dyfuzję prowadzone były od b. dawna. W Rosji w cukr. Petrowskiej w 1897 r. z konieczności wprowadzono w ten sposób z niezłymi wynikami (prof. Duszski i inż. Bienin: stocznyja wody sacharnych zawodow, str. 158). W Niemczech najpierw pojawia się sposób Pfeiffera — Bergreena, (D.R.P. 147443 i 183966) (tamże i Z. Ver. deut. Zuckerind. **60**, (1910) 108; Gaz. Cukr. **57**, (1926) 571, polegający na tym, że woda dyfuzyjna po przejściu przez łapacz miazgi i wysłodków idzie do zbiorniczka, w którym osiada reszta miazgi. Woda z pras idzie przez oddzielne łapacze i zbiornik. Woda po odstaniu się brana jest w następującym porządku: do nabrania dyfuzora woda prasowa, uzupełniana dyfuzyjną, a przy odciąganiu soku dochodzi woda dyfuzyjna, uzupełniana świeżą. W kampanii 1908/9 sposób ten próbowały stosować cukrownie: Wendessen, Halberstadt, Schattwitz, Rethen, Gommern i Welsleben. Sposób Claassena (D.R.P. 194046, 203119 i 211128, Duszski i Bienin 159, Z. Ver. Deut. Zuckerind. **60**, (1910) 108), polegał na dokładnym odwłóknieniu wód dyfuzyjnych i prasowych na odwłókniaczach syst. Claassena, odstaniu się w zbiornikach i zawróceniu tak oczyszczonych wód w całej ilości na dyfuzję. Straty uzupełniano wodą czystą, mieszaną z zawracaną przed wprowadzeniem na dyfuzję. Metoda ta została bardzo dokładnie zbadana w r. 1910 w cukrowni Dormagen i uznana przez Herzfelda za zupełnie dobrą mimo pewnych nie całkowicie opracowanych szczegółów. W r. 1910 w cukrowni Biendorf wypróbowano zawracanie wód dyfuzyjnych i prasowych na dyfuzję według sposobu *dr. Zscheye'go.* (Deutsch Zuckerind, **36**, (1911) 9—28 prof. A. Herzfeld: die Prüfung der Zscheyeschen Verfahrens der Rücknahme... etc.). Zscheye zwraca uwagę na osiągnięcie jak najmniejszej ilości miazgi i drobnych wysłodków, dlatego poleca dokładnie myć buraki, unikać miażdżenia buraków na krajalnicach etc. Zatrzymaną w łapaczach miazgę dołącza do wysłodków. Za-

1. Zaoszczędzenie wody czystej.
2. Unikanie odprowadzania i oczyszczania ścieków dyfuzyjnych.
3. Wzrost suchej substancji wysłodków.

Wszyscy referenci wskazują na trudności prowadzenia pracy tą metodą i istniejące niebezpieczeństwa:

1. Powstawanie piany.
2. Występowanie korozji w aparaturze.
3. Możliwość zmniejszenia szybkości pracy na dyfuzji.

Wreszcie wszyscy zgadzają się, że warunkiem prawidłowej roboty i uniknięcia komplikacyj są:

1. Wysoka temperatura (60 — 75°) zawracanej wody.
2. Dokładne odwłóknienie i oddzielenie od wszelkich mechanicznych zanieczyszczeń.
3. Jak najkrótszy czas obiegu wody zawracanej przy unikaniu stykania się jej z powietrzem.

Najobszerniejszy referat, w zasadzie obejmujący wszystkie wymienione zagadnienia, wygłosił dr. Nähring z cukrowni Stöbnitz. Dlatego referat jego biorę za podstawę niniejszego omówienia, uzupełniając niektóre dane materiałem, zaczerpniętym z czterech pozostałych.

Sprawa zaoszczędzenia wody czystej i znacznego ułatwienia pracy fabryce przez unikanie dokuczliwych ścieków dyfuzyjnych jest najzupełniej oczywista dla cukrowni o dużym przerobie, a małej rozporządzalnej ilości wody czystej, posiadających przy tym pewne trudności terenowe z oczyszczaniem i odprowadzaniem tych ścieków. Cukrownie takie niewątpliwie skłonne są skomplikować do pewnego stopnia pracę na dyfuzji, a nie cierpieć na brak wody i nie mieć kłopotów z zatwierdzaniem praw wodnych.

Dla cukrowni niemieckich duże znaczenie ma fakt wzrostu suchej substancji wysłodków przy stosowaniu zawracania wody dyfuzyjnej i prasowej. Obliczają zysk z kampanii na 200 000 *q* suchej paszy dla całej Rzeszy. Według badań Claassena i Zscheye'go sucha substancja wysłodków przy zawracaniu wody wzrasta średnio o $^3/_4\%$ w porównaniu z robotą normalną. Sumy, uzyskane za tę „dodatkowo uzyskaną" ilość suchych wysłodków, mogą — cukrowniom o dużym kontygencie buraczanym — opłacić wydatki na zawracanie wód.

Jedną z ważnych nieprzyjemnych stron pracy z zawracanymi wodami dyfuzyjnymi jest powstawanie wielkich ilości piany, związane zarówno z rozwojem różnych drobnoustrojów, jak i dużą ilością rozpuszczonej i koloidalnej substancji organicznej. Lekarstwem na to jest trzymanie wysokiej temperatury wody zawracanej, 60 — 75°, najlepiej około 70°. Po miejscach większego ochłodzenia (pompy, tłoczarki wysłodkowe, odwłókniacze, odstojniczki) należy przy zauważonym spadku temperatury wodę dogrzać. Pianę zwalcza również dodatek wapna (cukr. Klützow), które jednocześnie, podwyższając *pH*, zmniejsza niebezpieczeństwo korozji. Unik-

---

wracaną wodę brano do nabierania dyfuzora i częściowo podczas odciągania soku, a brakującą część—tłoczyła pompa wody czystej tak, że na baterię brana była woda zawracana, uzupełniana wodą czystą. Pogorszenia soków i utrudnień w pracy na dalszych stacjach nie stwierdzono, spostrzeżono natomiast wzrost cukrowości wysłodków, dlatego też Herzfeld zwracał uwagę na wartość zawracania wody szczególnie dla fabryk, suszących większość, albo wszystkie wysłodki.

Z omówionych tu badań wynika, że kwestia zawracania wód brudnych na dyfuzję ma już swoją historię i obecne próby w cukrowniach niemieckich są kontynuowaniem — z pewnymi zmianami — pionierskich prac Claassena i Zscheyego.

O zawracaniu wody dyfuzyjnej w cukrowni „Wierzchosławice" pisał inż. A Makowiecki, Gaz. Cukr. **67,** (1925) 571.

nąć korozji można — zdaniem referentów — albo (jak cukr. Genthin, Klützow i in.) przez dodawanie wapna, utrzymując *pH* nie niżej 5,5, albo przez zmianę materiału pewnych części aparatury, stykających się stale z zakwaśniałą wodą zawracaną (cukr. Stöbnitz). Stosuje się więc pompę wysłodkową i dyfuzyjną, oraz ślimak wysłodkowy z bronzu, przewody rurowe z miedzi, sita pras wysłodkowych z mosiądzu. Dyfuzory i ich osprzęt nie zostają uszkodzone i np. w Stöbnitz po 6 latach pracy z wodą zawracaną nie wykazują żadnych zmian. Zużycie części miedzianych i żelaznych jest tak małe, jak przy normalnej dyfuzji. Możliwe jest zastosowanie glinu, zwłaszcza na przewody rurowe ze względu na niższą cenę niż miedzi i jej stopów.

Co do możliwości zwolnienia tempa pracy na baterii dyfuzyjnej, to niewątpliwie istnieje ona i może doprowadzić do „zabicia" baterii przy zaniedbaniu ostrożności. Nieodzowną rzeczą jest jak najdokładniej oczyścić wodę mechanicznie. Stosuje się (cukr. Klützow) łapacz piasku i po kilka odwłókniaczy, prócz tego czasem jeszcze dodatkowe osadniczki grubszej miazgi czy szczątków wysłodków. Zebraną miazgę kieruje się albo wraz z wysłodkami do pras, albo do oddzielnej praski i już wyżętą łączy się z prasowanymi wysłodkami. Cukrownia Stöbnitz posiada od r. 1931 urządzenie Claassena do oczyszczania zawracanych wód dyfuzyjnych i prasowych. Dodatek około 0,1% *CaO* w postaci mleka wapiennego i następne odsaturowanie gazem z pieca wapiennego powoduje osadzanie się dużej ilości zawiesin i zaadsorbowanie pewnej ilości koloidów. „Odsaturowana" w ten sposób woda idzie na stożkowo zakończony zbiornik[6]), z którego po odstaniu się ok. 75 minut—kieruje się ją dopiero na końcowy odwłókniacz. Czas ten jest nieco za krótki, zwłaszcza wobec istnienia prądów konwekcyjnych, jako następstwa dość wysokiej temperatury. Po dobrym technicznym opanowaniu zawracania wód fabryka nie pracuje już tą metodą, pozostawiając jednakże całe urządzenie jako zabezpieczenie przed ewentualnymi zakłóceniami ruchu.

Położono również nacisk na jak najmniejsze stykanie się zawracanych wód z powietrzem i możliwie krótki czas biegu ich z powrotem na dyfuzję. Ma to duże znaczenie ze względu na możliwość rozkładu substancji organicznej w wodzie. W cukrowni Genthin np. czas obiegu wody trwa 12 minut.

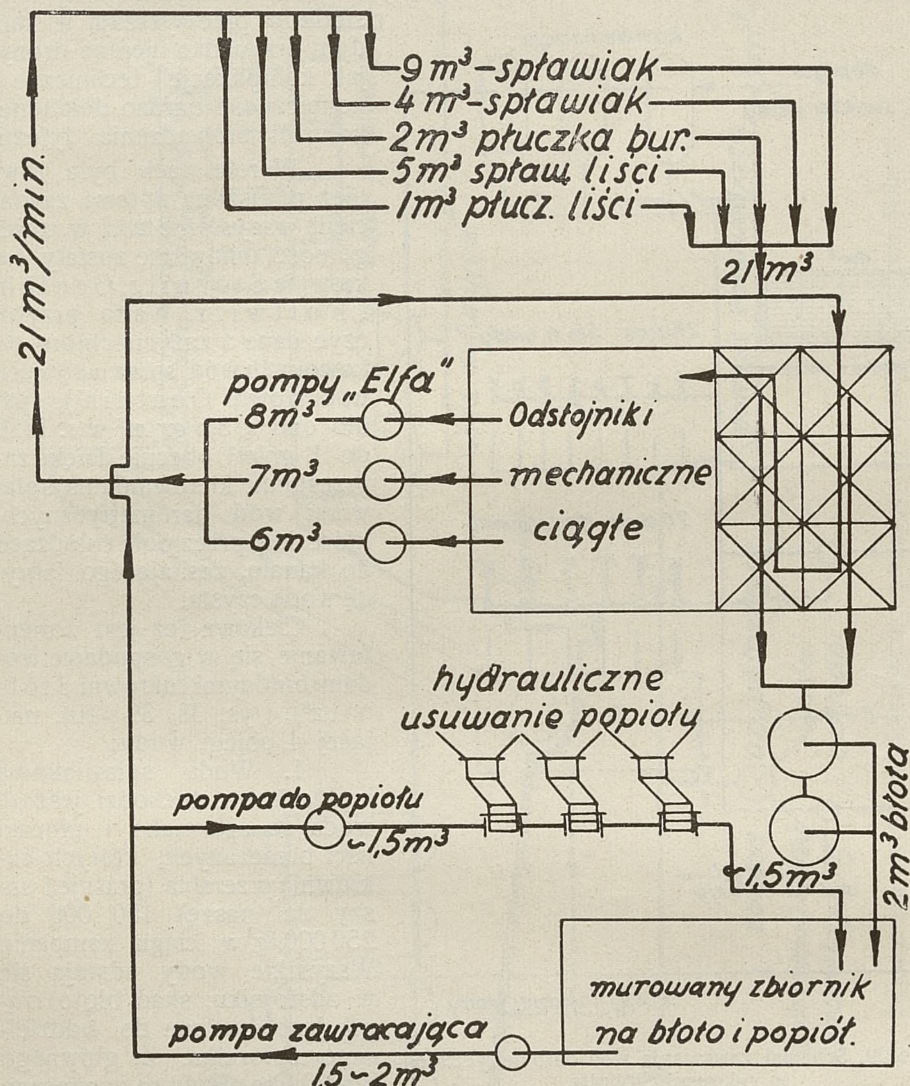
W niektórych cukrowniach chlorują zawracane na dyfuzję wody, np. w Genthin dają chlor gazowy z butli przed ssącą częścią pompy dyfuzyjnej. Po Babrowskim dają wapno do utrzymania *pH* 6—6,5. Inne cukrownie nie podają szczegółów wykonania, ograniczając się do wzmianki, że stosują chlorowanie wody, zawracanej na dyfuzję.

Ciekawe dane o biegu warsztatu przy zawracaniu wód na dyfuzję w porównaniu z pracą normalną przytacza dr. Nähring ze Stöbnitz.

Zaobserwowano zwiększenie oporów na dyfuzji, jednakże niezbyt duże. Średnia z 6 lat pracy normalnej i 6 lat zawracania daje wzrost czasu obiegu dyfuzji z *71,4 do 72,6 minut*. Gęstość soków surowych z 15,3 *Bx* przy pracy normalnej wzrosła do 16,5 *Bx* przy zawracaniu. Przy zatężaniu na sok gęsty o 60° *Bx* mamy do wyparowania 45,3 litrów przy pracy normalnej i 45,5 litrów przy zawracaniu, licząc na 100 *kg* buraków. Różnica zatem jest minimalna. Prasowanie i suszenie wysłodków idzie łatwiej, co przypi-

[6]) Zasadniczo propozycje Claassena szły w swoim czasie (w/g referatu dyr. Wenschke, z cukr. Klützow) w kierunku cedzenia na błotniarce „saturowanej" wody dyfuzyjnej. Dla prostoty projekt zmieniono.

suje się dodawaniu gorącej (ok. 70°) wody na dyfuzję i niskiemu *pH*. Praca na błotniarkach, cedzenie, saturacja, odparowywanie i gotowanie idzie zupełnie tak samo, jak i przed zawracaniem wody. Jeśli idzie o cukier, to

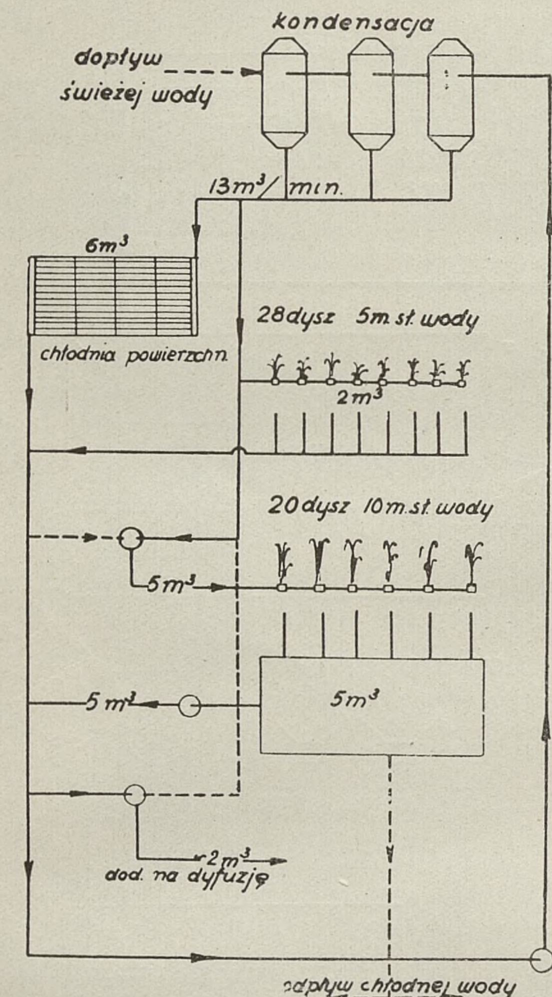



Rys. 38. Schemat obiegu wód spławiakowych, płóczkowych i wód do usuwania popiołu w cukrowni Stöbnitz.

przeciętna z 4-ch kampanij nie wykazała pogorszenia, a obserwacja dwóch połówek kampanii 30/31 r. dała w wyniku: bez zawracania typ 3,7, z zawracaniem — 4,3. Liczby te zupełnie pewnie dowodzą, że *pogorszenie gatunku cukru nie jest widoczne.* Zbadany został także stosunek popiołu do niecukrów organicznych; wynosi on 1 : 1,64 bez zawracania i 1 : 1,55 z zawracaniem wody (przeciętna z 6 lat dyfuzji zwykłej i 6 lat z zawracaniem).

Opierając się na przytoczonych przez siebie przykładach z kilkuletniej praktyki w zawracaniu wód dyfuzyjnych na dyfuzję, referenci zgodnie twier-

dzą, że przy stosowaniu zawracania wody możliwe jest osiągnięcie normalnego, bez zakłóceń, biegu fabrykacji i uzyskanie cukru nie gorszego niż przy robocie normalnej. Korzyści z pozbycia się troski o oczyszczanie wód dyfuzyjnych, oszczędność na wodzie czystej i wzrost suchej substancji wysłodków przewyższają w każdym przypadku ujemne strony, jak komplikacje techniczne i konieczność bardzo dokładnej kontroli prowadzenia dyfuzji.




Rys 39. Schemat zawracania wód barometrycznych w cukrowni Stöbnitz.

W referatach była również poruszona sprawa zawracania *wszystkich wód*, w szczególności omówione zostały cukrownie S t ö b n i t z, G e n t h i n i K u r t w i t z. Warto przytoczyć dane o zużyciu chloru do kręconych wód spławiakowych w cukrowni G e n t h i n[7]); spadło ono z 3,5 *gr/m*³ w r. 1929 do 1 *gr/m*³ obecnie dzięki zaprzestaniu kierowania na spławiaki wód barometrycznych, które idą przez pole chłodzące do kanału, zasilającego fabrykę wodą czystą.

Ciekawe też jest zorientawanie się w gospodarce wodami brudnymi cukrowni S t ö b n i t z[8]), (rys. 38, 39 i 40), mającej 4 obiegi wody:

1. Woda spławiakowa i płóczkowa; dochodzi jeszcze woda ze spławiaka i płóczki liści buraczanych, których cukrownia przerabia (prasuje i suszy na paszę) 150 000 do 250 000 *q* w ciągu kampanii. Wszystkie wody odstają się w odstojniku, skąd błoto *ciągle* jest usuwane do oddzielnego zbiornika. Z głównego odstojnika wody są zawracane po dodaniu wapna do alkaliczności 0,012. Wychodzi na to ok. 0,5% *CaO* na buraki.

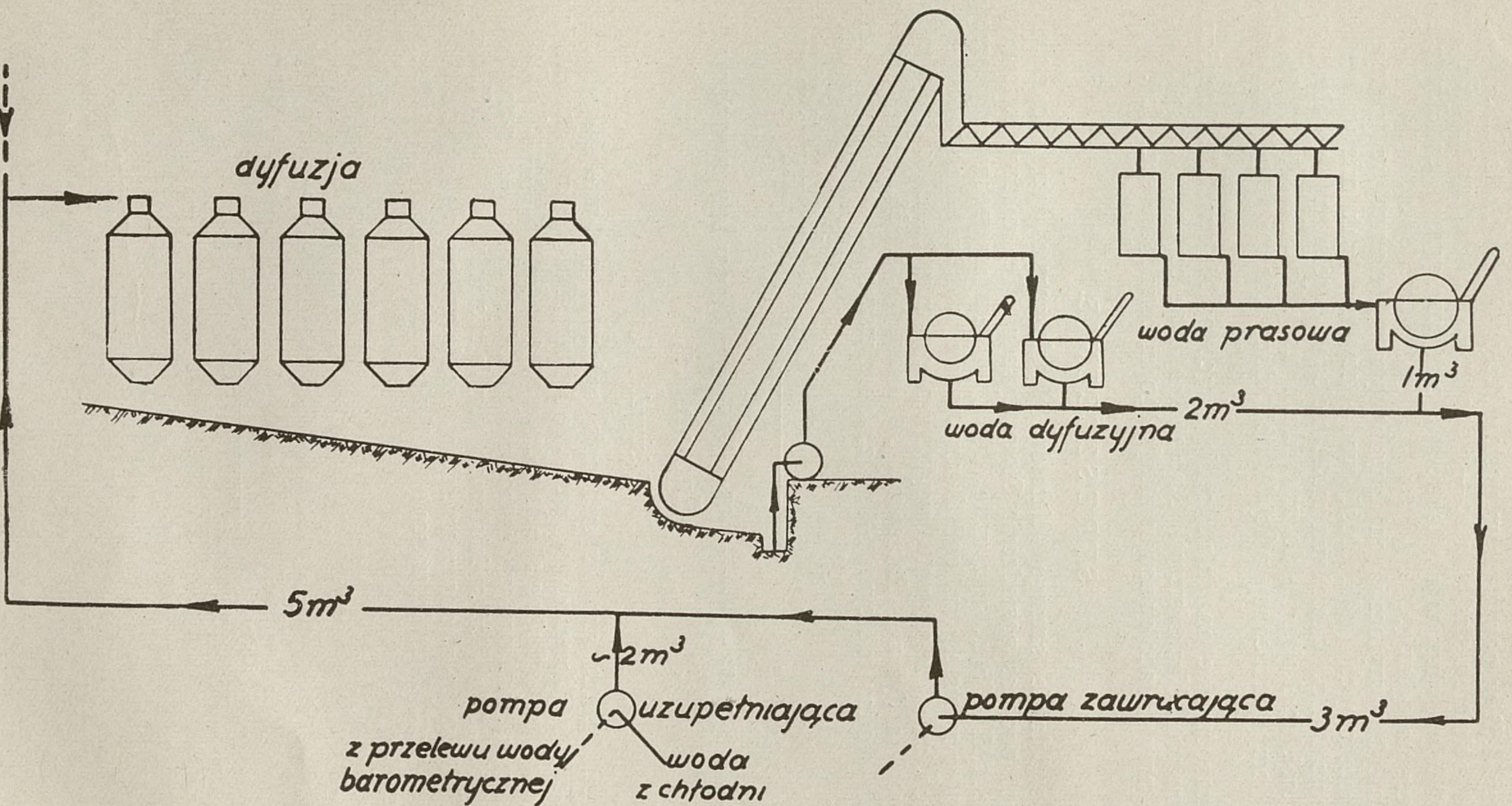
2. Z murowanego zbiornika błota odstałą wodę pompa przesyła do usuwania popiołu z pod palenisk kotłowych. Rozrobiony wodą popiół idzie do tegoż zbiornika, a woda kursuje stale, uzupełniana wodą z pras liści.

3. Woda barometryczna chłodzi się na jednej chłodni kaskadowej i w 2-ch szeregach dysz, rozpryskujących wodę pod ciśnieniem. Efekt chło-

---

[7]) Gaz. Cukr. **68**, (1931) 199; inż. W. J u r e w i c z: o chlorowaniu ścieków w cukrowniach niemieckich w r. 1929/30. Prace C.L.C. w l. 1928/31 str. 356.

[8]) Deutsch. Zuckerind **55**, (1930) 866; G. H r u d k a Betriebsassist. Stöbnitz: Technisches über Rücknahme; Centr. Zuckerind. **43**, 687; (ref. dr. Nähringa).




Rys. 40. Schemat zawracania wód dyfuzyjnych i prasowych na dyfuzję w cukrowni Stöbnitz.

dzenia przy 4,5° w powietrzu wynosi z około 47° do około 22°. Po ochłodzeniu i dopełnieniu strat świeżą — woda zostaje zawracana na kondensację.

4. Wody dyfuzyjna i prasowa po przejściu przez odwłókniacze idą z powrotem na dyfuzję.

Z powyżej przytoczonych danych wynika, że nawet w trudnych warunkach terenowych (mała ilość wody czystej, brak miejsca na stację oczyszczania i t. p.) cukrownia może racjonalnie rozwiązać problem gospodarki wodnej, uciekając się do zawracania wszystkich kategoryj wód brudnych, co przy sumiennej pracy i dokładnej kontroli daje zadowalające wyniki.

Na zakończenie pozwalam sobie gorąco podziękować Wielce Szanownemu Panu prof. Kazimierzowi Smoleńskiemu za cenne wskazówki i rady, jakich mi przy opracowywaniu niniejszego materiału nie szczędził.

## STRESZCZENIE.

Na podstawie szeregu referatów, wygłoszonych przez cukrowników niemieckich podczas posiedzenia Stowarzyszenia Techników Cukrowniczych w Dreźnie 1.VI.1935 r., oraz materiałów z literatury technicznej, przedstawiony jest w zarysie stan kwestii zawracania wód brudnych w cukrowniach niemieckich, ze szczególnym uwzględnieniem zawracania wód dyfuzyjnych i prasowych na dyfuzję. Załączone schematy (Rys. 38, 39 i 40) ilustrują gospodarkę wodną cukrowni Stöbnitz, która wszystkie wody brudne zawraca do ruchu.

*Inż. A. Golański.*

---

## **Réemploi des eaux résiduaires dans les sucreries allemandes.**

*Résumé.*

*En se basant sur les rapports présentés à l'assemblée des techniciens sucriers allemands à Dresde le 1 Juin 1935, et sur des matériaux de la littérature technique spéciale, on a présenté en raccourci l'état de la question de la réutilisation des eaux résiduaires dans les sucreries allemandes. On s'est arrêté spécialement sur le réemploi à la diffusion des eaux de diffusion et des presses. Les schèmes inclus illustrent la distribution des eaux dans la sucrerie Stöbnitz qui reprend toutes ses eaux résiduaires.*

XIII.

# „Collactivit" — nowy środek pomocniczy do cedzenia i odbarwiania produktów cukrowniczych.*)

W sierpniu roku bieżącego do Centralnego Laboratorium Cukrowniczego zwrócił się przedstawiciel holenderskiego towarzystwa „Industrieele Maatschappij Activit N. W."[1]) w sprawie nowego środka odbarwiającego i cedzącego — Collactivitu. Na prośbę naszą, „Idustrieele Maatschappij Activit" dostarczyła w postaci broszury i bezpośrednich listownych wiadomości szereg informacyj o tym nowym środku odbarwiającym. Z powyższych źródeł, a więc na odpowiedzialność firmy „Industrieele Maatschappij Activit", czerpiemy podany niżej materiał. W fachowej literaturze cukrowniczej nie znajdujemy dotychczas żadnych danych o Collactivicie, o korzyściach jego zastosowania, o jego wartości w porównaniu z węglami odbarwiającymi lub środkami cedzącymi. Poszczególne Instytuty Cukrownicze również nie ogłosiły jeszcze żadnych doświadczeń, wykonanych z Collactivitem. Tym niemniej, oczekując na dalszy rozwój sprawy zastosowania Collactivitu i zamierzając, w razie możności, wypróbować Collactivit i porównać go z węglami odbarwiającymi, podajemy do wiadomości naszych czytelników to, co wiemy ze wskazanych wyżej źródeł o tym nowym środku odbarwiającym[2])

## Otrzymywanie Collactivitu.

Collactivit jest to węgiel koloidalny o własnościach adsorpcyjnych, cedzących i wymiennych (wymiana pewnych jonów pomiędzy Collactivitem a roztworem). Otrzymywanie Collactivitu opiera się na znanym od dawna zjawisku „zwęglania", a właściwie odwadniania pewnych ciał organicznych

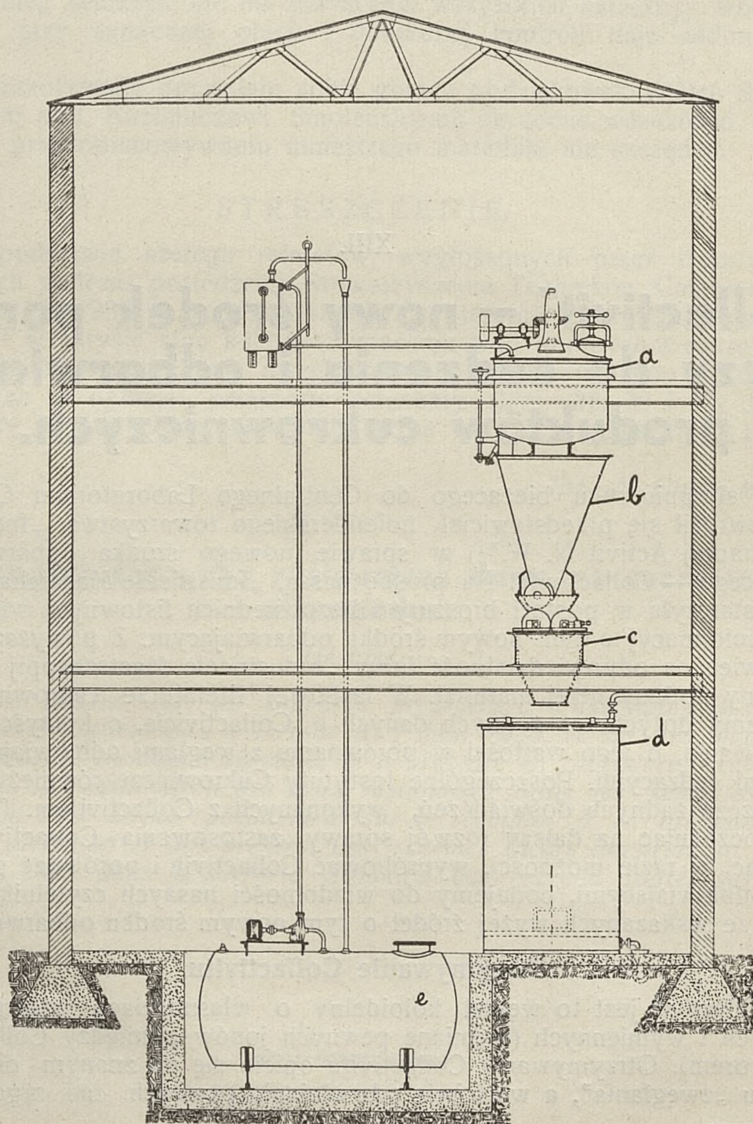
---

*) Gaz. Cukr. **80**, (1937), 12.

[1]) Adres: Amsterdam — N, Nieuwendammerkade 3.

[2]) Dnia 16 stycznia 1937 r., t. j. już po ukazaniu się niniejszego referatu w Gazecie Cukrowniczej, w czasopiśmie czeskim „Listy cukrovarnické", **55**, (1936/37) ogłoszony został artykuł Dr. Ing. K. Š a n d e r y, p. t. „Über die Verwendung von Kollaktivit in der Zuckerfabrikation".

za pomocą stężonego kwasu siarkowego, stężonych roztworów chlorku cynku lub kwasu fosforowego. Jako materiał wyjściowy mogą być użyte trociny, wióry, wysłodki, melas (tam, gdzie wartość jego jest niska), bagasa (wyciśnięta trzcina cukrowa). Warunki działania kwasu siarkowego na materiał wyjściowy są ściśle ustalone: samoczynne rozgrzewanie się masy winno zachodzić szybko, temperatura reakcji nie powinna przekraczać 250°, „zwęglenie" nie powinno być posunięte zbyt daleko.




Rys. 41. Schemat urządzenia do fabrykacji Collactivitu.

Z suchych trocin drzewnych otrzymuje się, podobno, ok. 60% Collactivitu; liczta ta, jak i dalej podane liczby, dotyczą suchej substancji Collactivitu. Do otrzymania 100 *kg* Collactivitu zużywa się od 100 do 150 *kg* stężonego kwasu siarkowego o 66°—60° Bé.

Collactivit może być produkowany na miejscu w tej fabryce, która go do swych celów stosuje. Na rysunku 41 pokazany jest schemat aparatury do fabrykacji Collactivitu.

Mieszadło (a) służy do szybkiego wymieszania trocin z kwasem siarkowym, w mieszadle tym zachodzi właściwa reakcja otrzymywania Collactivitu. Mieszadło zaopatrzone jest w urządzenie do ścisłego dawkowania materiałów wyjściowych, co w znacznym stopniu sprzyja równomierności otrzymywanego produktu Po kilkuminutowym wymieszaniu masa spuszczana jest do zbiornika (b), z którego równomiernie przechodzi do młynka (c). Walce młynka są różnej średnicy, tak iż przy jednakowej szybkości obrotowej szybkość obwodowa walców jest różna. Zużycie energii mechanicznej przez mieszadło (a) wynosi od 3 do 5 KM, a przez młynek (c) — od 15 — 20 KM.

Kwas siarkowy usuwany jest ze zmielonego produktu w kwasoodpornych filtrach (d), dno których wykonane jest z kwasoodpornych porowatych płyt filtracyjnych. Collactivit łatwo się przemywa, nawet w warstwach dość grubych. Do przemywania może być użyta woda zwykła lub kondensacyjna; zużycie wody wynosi od 1 200 do 1 500 litrów na 100 *kg* Collactivitu.

Przemyty Collactivit albo pompowany jest w postaci drobnej zawiesiny, otrzymywanej z biorniku (e), bezpośrednio na miejsce zastosowania albo przeładowywany jest do beczek, w których przewożony jest na miejsce użycia. Pierwszy z tych sposobów jest lepszy, drugi stosowany jest w przypadku, kiedy cukrownia jest za mała, by we własnym zakresie produkować Collactivit. Gotowy Collactivit można doprowadzić do pożądanej wartości *pH*, można również wprowadzić weń odpowiednie kationy wymienne. Wydajność instalacji do produkowania Collactivitu wynosi ok. 180 *kg* Collactivitu na godzinę, czyli parę tonn na dobę. Do obsługi aparatury potrzebny jest jeden robotnik.

Pomimo iż kwas siarkowy nie przedstawia dużego kosztu, jednakże w niektórych przypadkach rekuperacja kwasu może się opłacać.

## Własności Collactivitu.

Pod względem swoich własności chemicznych i fizycznych Collactivit w znacznym stopniu różni się od węgli aktywowanych. Zawartość popiołu w Collactivicie zależy od rodzaju materiału wyjściowego: Collactivit, otrzymany z trocin, zawiera co najwyżej 0,3% popiołu na substancję suchą. Węgle aktywowane stosowane są w stanie suchym, podczas gdy Collactivit — w stanie mokrym, gdyż po wysuszeniu, jakoby, traci swoje własności adsorpcyjne.

Sądząc ze wskazanego sposobu otrzymywania i z opisanych właściwości, Collactivit jest substancją organiczną o znacznej zawartości tlenu i wodoru, która posiada charakter wybitnie koloidalny, a — chemicznie biorąc — prawdopodobnie kwasowy, jest więc pewnym rodzajem t. zw. *substancyj (kwasów) huminowych*, np. zawartych w torfie. Torf i zawarte w nim substancje huminowe, które można z niego wyciągnąć, były już w dawnych czasach parokrotnie proponowane do oczyszczania soków cukrowniczych.

W odpowiednim środowisku, bardzo czystym i o wysokim *pH*, Collactivit łatwo ulega rozproszeniu i przechodzi przez zwykły sączek. W obecności elektrolitów. np. w obecności pewnych niecukrów, Collactivit nie ulega rozproszeniu, a przeciwnie, rozproszony Collactivit ulega koagulacji, przy czym do osadu wraz z Collactivitem przechodzi część niecukrów. Ze wskazanych względów stosowanie Collactivitu wymaga specjalnych

ostrożności i próbki tego produktu niechętnie są dostarczane przez „Industrieele Maatschappij Activit“.

Collactivit posiada własności odbarwiające na równi z węglami aktywowanymi. Stopień odbarwienia Collactivitem zależy również od warunków, w których wykonany jest proces odbarwienia.

Collactivit posiada, jakoby, własności wymienne, t. j. pomiędzy Collactivitem a roztworem zachodzi wymiana pewnych jonów. Collactivit zmiejsza pienienie się soków, co przypisane zostało usuwaniu substancyj białkowych i saponin. Collactivit usuwa zawarte w sokach ślady żelaza, co dodatnio wpływa na jakość cukru białego. Jeżeli chodzi o własności wymienne i adsorpcyjne Collactivitu, to przejawiają się one w silnym stopniu w usuwaniu soli wapniowych i popiołu w ogóle. W przypadkach fabrycznego zastosowania Collactivitu dawka sody do soków mogła być znacznie zmniejszona.

Collactivit dodatnio wpływa na cedzenie soków, co stwierdzone zostało w praktyce. Sprawność cedzideł soku rzadkiego z zastosowaniem Collactivitu wynosi 7—8 $hl/m^2$ *godz.*, a cedzideł soku gęstego—3—4 $hl/m^2$ *godz.* (w temperaturze 95°). Ułatwienie cedzenia w obecności Collactivitu przypisywane jest jego zdolności do pochłaniania i koagulowania substancyj koloidalnych i kleistych. Węgle aktywowane i ziemia okrzemkowa, jakoby, w znacznie słabszym stopniu ulepszają cedzenie.

## Zastosowanie Collactivitu.

Doświadczenia fabryczne wykazały, że stosowanie Collactivitu świeżo otrzymanego daje najlepsze wyniki. Poza tym Collactivit winien być stosowany w postaci drobnej zawiesiny w dużych ilościach wody.

Stosowanie Collactivitu do oczyszczania soku surowego i soku I saturacji, pomimo iż dało dobre wyniki, ze względów praktycznych polecane jednakże nie jest.

Dobry efekt dał w praktyce następujący sposób zastosowania Collactivitu: środek ten dodawany jest w ilości ok. 0,25% do soku rzadkiego, przechodzi wraz z sokiem przez wyparkę i oddzielany jest na cedzidłach soku gęstego. W soku rzadkim Collactivit daje znaczny efekt oczyszczenia, gdyż znajduje się w obecności względnie dużych ilości wody. Stwierdzono, że przy powyższym sposobie zastosowania Collactivitu ilość osadu w ostatnich działach wyparki znacznie się zmniejszyła i odparowalność mało się zmieniła do końca kampanii.

Collactivit wypróbowany był w roku 1935/36 w cukrowni holenderskiej Friesch Groningen, przerabiającej od 45 000 do 50 000 *q* buraków na dobę. W cukrowni tej Collactivit z powodzeniem zastąpił blankit i ziemię okrzemkową. W pierwszej połowie kampanii nie stosowano wcale Collactivitu, w drugiej połowie — stosowano świeży Collactivit na sok rzadki, według wyżej opisanego sposobu, w ilości 0,13 do 0,26% na cukier. Oddzielony od soku gęstego Collactivit dodawano na defekację. Otrzymano następujące wyniki:

| | | I połowa kampanii | II połowa kampanii |
|---|---|---|---|
| Czyst. soku dyfuzyjnego . . . . . . . . . | | 92,10 | 91,91 |
| Czyst. soku gęstego . . . . . . . . . . | | 94,95 | 95,28 |
| Różnica czystości . . . . . . . . . . . | | 2,85 | 3,37 |
| Sole wapniowe | sok rzadki . . . . . . | 3,01 | 2,55 |
| *mg*/100 $cm^3$ | sok gęsty . . . . . . | 14,6 | 8,5 |
| Zawartość popiołu w soku gęstym . . . . | | 1,157 | 1,084 |
| Zabarwienie soku gęstego . . . . . . . . | | — | o 30% |

niższe od zabarwienia siarkowanego soku rzadkiego.

Usunięcie z soków znacznej ilości niecukrów nieorganicznych stwierdzone zostało również przez analizę zużytego na soku gęstym Collactivitu, który zawierał od 10 do 13% popiołu, podczas gdy świeży Collactivit zawierał tylko 0,2 do 0,4%.

Dodatni wpływ Collactivitu na cedzenie stwierdzono w cukrowni Friesch Groningen zarówno na cedzidłach soku rzadkiego, jaki na cedzidłach soku gęstęgo. Czas pracy cedzidła soku rzadkiego z zastosowaniem 200 *kg* dobrej ziemi okrzemkowej na dobę wynosił przeciętnie 110 godzin, a z zastosowaniem 80 *kg* Collactivitu na dobę — około 150 godzin.

Collactivit może być zastosowany do odbarwiania i cedzenia ulepów rafinerskich, otrzymywanych nawet z cukru surowego (dawka Collactivitu wynosi wtedy ok. 1%), do oczyszczania klarówek, odcieków i t. d.

Oprócz cukrowni Friesch Groningen, Collactivit stosuje również od dwóch lat cukrownia holenderska Roosendaal. W roku 1936 Collactivit zastosowany był lub wypróbowany na większą skalę w Rafinerii Kopenhaskiej, w jednej z rafinerii londyńskich, w cukrowni Tjomal na Jawie, w małej rafinerii holenderskiej, produkującej kandys, w cukrowniach rumuńskiego koncernu Lujiani. Szereg syropiarni również zastosowało Collactivit do oczyszczania syropu ziemniaczanego.

Koszty produkcji Collactivitu, nie licząc licencji i amortyzacji aparatury, wynoszą według obliczeń „Industrieele Maatschappij Activit" dla warunków holenderskich ok. 9 zł. 50 gr. do 12 zł. 20 gr. za 100 *kg* suchego Collactivitu bez rekuperacji kwasu siarkowego i 7 zł. 15 gr. w przypadku rekuperacji kwasu. Według obliczeń naszych dla warunków polskich koszty te byłyby znacznie większe. Do kosztów powyższych doszłyby koszty licencji na produkowanie Collactivitu we własnym zakresie przez poszczególne koncerny lub cukrownie oraz koszt aparatury.

---

Podając powyższe wiadomości na odpowiedzialność firmy „Industrieele Maatschappij Activit", na razie powstrzymujemy się od wydania własnej opinii, co do możliwości i korzyści stosowania Collactivitu ze względu na to, że jeszcze nie jesteśmy w posiadaniu wyników obiektywnych doświadczeń, wykonanych przez instytuty zagraniczne lub przez nasze Centralne Laboratorium Cukrownicze.

*Prof. K. Smoleński i inż. M. Werkenthin.*

---

## STRESZCZENIE.

Opisany jest nowy środek pomocniczy do cedzenia i odbarwiania produktów cukrowniczych — "Collactivit", produkowany przez holenderskie towarzystwo „Industrieele Maatschappij Activit N. V.". Podany jest sposób otrzymywania Collactivitu, jego własności i sposób zastosowania. Dane powyższe opierają się na broszurach i informacjach, otrzymanych od wspomnianego towarzystwa.

---

# Le Collactivit — une nouvelle matière pour la décoloration et la filtration des produits de sucrerie.

*Résumé.*

*On décrit une nouvelle matière servant à la décoloration et à la filtration des produits de sucrerie — le „Collactivit“ — fabriquée par la société néerlandaise „Industrieele Maatschappij Activit N. V.”. On décrit le procédé de la fabrication du Collactivit, ses propriétés et le mode de son emploi. Ces données sont basées sur des brochures et des informations obtenues de la susdite société.*

XIV.

# Nowy sposób ciągłej krystalizacji, systemu J. A. Platte i G. H. de Vries. *)

Gotowanie cukrzyc, wykonywane w warnikach, uległo od wielu lat nieznacznym tylko ulepszeniom. Zaproponowane w ostatnich czasach różne przyrządy kontrolne przyczyniły się, niewątpliwie, do ułatwienia gotowania, nie dały one jednak możności osiągnięcia prawidłowej i ściśle określonej krystalizacji cukru; wielkość kryształu pozostała nierównomierna i nadal wymaga specjalnego odsiewania po wirowaniu.

Wiadomości o procesie powstawania kryształów rozszerzyły się znacznie od czasu kiedy Van Ginnecken[1]) ogłosił swą pracę na ten temat i dowiódł, że dla czystych roztworów cukru czas, potrzebny na powstanie pierwszego zarodka krystalicznego, w znacznej mierze zależy od stopnia przesycenia i że tworzenie się kryształu jest zjawiskiem autokatalitycznym. Później, na podstawie szeregu doświadczeń, wynalazcom niniejszego sposobu udało się dokładnie ustalić prawo wzrostu kryształów w roztworach czystego cukru[2]). Opierając się na badaniach powyższych opracowali oni nowy sposób krystalizacji, który składa się zasadniczo z trzech okresów: w pierwszym okresie sok gęsty, zagęszczony w wyparce w sposób zwykły, poddawany jest dalszemu zagęszczeniu do ok. $84^0$ Brixa w temperaturze wyższej od temperatury nasycenia; w drugim okresie zagęszczony sok ulega

---

*) Gaz. Cukr. **80,** (1937): 239. W końcu 1936 roku p. J. Platte (Jawa) nadesłał p. prof. K. Smoleńskiemu opis nowego sposobu krystalizacji soków cukrowniczych. Wynalazcami nowego sposobu są p.p. J. A. Platte i G. H. De Vries (adres: Madioen, Sugar Factory Redjo Agoeng, Java, Netherlands East Indies). Sposób ten opatentowany jest we Francji, w Wielkiej Brytanii, w Belgii, w Indiach Wsch., w Australii.

Nie przesądzając sprawy wartości technicznej i przemysłowej nowego sposobu krystalizacji, podajemy obszerne streszczenie pracy p.p. J. A. Platte i G. H. De Vriesa ze względu na ciekawe techniczne rozumowania i wzory, dotyczące krystalizacji cukru.

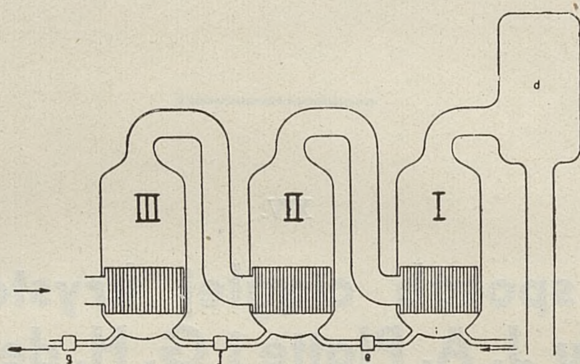
[1]) Chem. Weekblad **16** (1919), 1210.

[2]) Chem. Weekllad **32** (1935), 361.

takiemu ochłodzeniu, przy którym wytwarza się potrzebna ilość kryształków na jednostkę objętości roztworu; w trzecim okresie zawiązane kryształki cukru poddawane są procesowi wzrostu w określonych warunkach przesycenia. Podział na trzy okresy pozwala na racjonalne zagęszczanie soku i na przeprowadzenie krystalizacji w sposób ciągły.

*Zagęszczanie soku.*

Sok gęsty o Brixie ok. 55 zagęszcza się w wyparce wielodziałowej (trzydziałowej), schematycznie pokazanej na rys. 42. Sok wprowadzany jest do I działu wyparki, połączonego ze skraplaczem, para grzejna—do ostat-



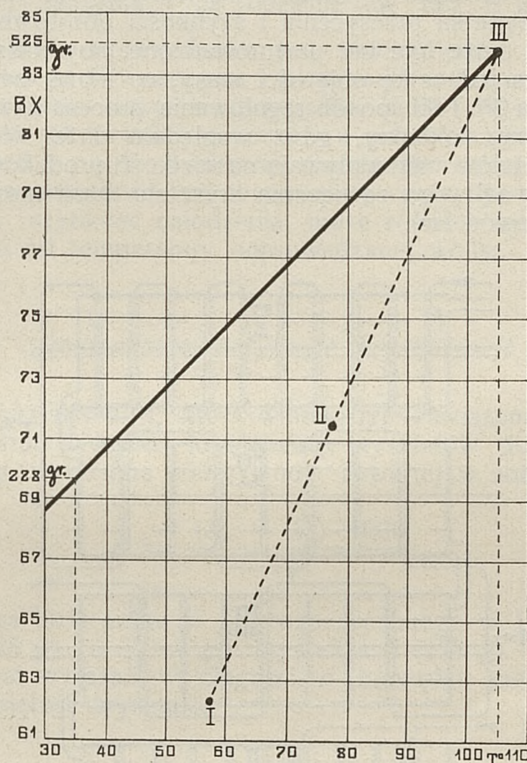
Rys. 42. Schemat wyparki trzydziałowej do dalszego zagęszczania soku gęstego.

niego, III działu wyparki. Sok pompowany jest z I do II i z II do III działów za pomocą pomp (*e* i *f*), które jednocześnie utrzymują sok na stałym poziomie w poszczególnych działach. Para, wprowadzana do komory grzejnej ostatniego działu, powoduje wrzenie soku w tym dziale. Opary z III działu wprowadzane są do komory grzejnej II działu, opary z II działu — do komory grzejnej I działu. W I dziale próżnia jest największa, w ostatnim — najmniejsza. Rozkład ciśnień i temperatur w takiej przeciwprądowej (pod względem pary i soku) wyparce jest np. następujący:

| Dział | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Próżnia (*cm Hg*) | 65 | 51 | 16 |
| Temperatura pary wzgl. oparów w komorze grzejnej | 71,6 | 93,5 | 123,7 |
| Temperatura wrzącego soku | 56,9 | 77,2 | 105 |
| Różnica temperatur pary i soku | 14,7 | 16,3 | 18,7 |
| Spółczynnik przenoszenia ciepła (*Kal/m² godz.* 1°) | 700 | 625 | 550 |
| Stężenie soku, Brix | 62,2 | 71,4 | 84 |
| Podwyższenie temperatury wrzenia soku | 3,3 | 5,6 | 11,5 |

Ilość soku w każdym dziale jest niewielka, a zatem czas pozostawania soku w wyparce jest krótki, tak iż wysoka temperatura w III dziale nie może wpłynąć ujemnie na jakość zagęszczanego soku. Nie należy przekraczać temperatury 110°, która wg. Herzfelda może spowodować rozkład cukru. Jedna z krzywych rys. 43 (dolna, przerywana, z punktami I, II, III) ilustruje stan soku (temperaturę i Brix) w wyparce, druga (górna, ciągła)—stan nasyconych roztworów cukrowych wg. Herzfelda.

Jak widać, stan nasycenia, t. j. 84 Brixa w temperaturze 105°, osiągany jest dopiero w ostatnim, III dziale wyparki. Jeżeli taki sok ochłodzić do




Rys. 43. *Temperatura* i *Brix* nasyconych roztworów cukru wg. Herzfelda (linia ciągła) i soku, zagęszczanego w wyparce systemu Platte i De Vriesa (linia przerywana).

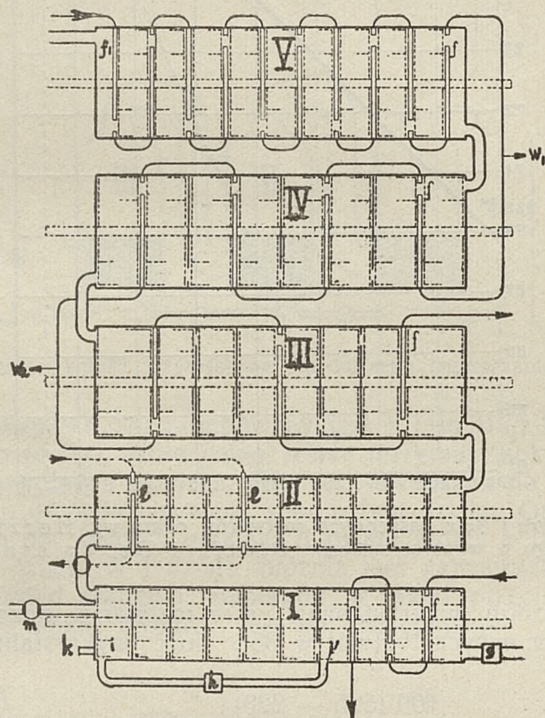
35°, to część cukru wykrystalizuje, a w roztworze pozostanie tylko ta ilość cukru, która nasyca roztwór w 35°. Ilość wykrystalizowanego cukru będzie zatem:

$$\frac{100\,(525 - 228)}{525} = 57\%$$

## *Chłodzenie.*

Urządzenie do chłodzenia zagęszczonego soku i do krystalizacji cukru pokazane jest na rys. 44. Składa się ono z szeregu połączonych między sobą naczyń podłużnych I — V. Każde naczynie posiada poprzeczne przegródki o podwójnych ściankach, w których cyrkuluje woda chłodząca; przegródki zaopatrzone są w duże przejścia, tak rozmieszczone, że krystalizująca cukrzyca przechodzi drogę zygzakowatą. Zagęszczony sok wtłaczany jest równomiernie do I naczynia za pomocą pompy (*g*); dalszy ruch cukrzycy poprzez wszystkie naczynia utrzymywany jest przez tę samą pompę i przez umieszczone w każdym naczyniu mieszadła. W I naczyniu woda chłodząca i sok przechodzą we współprądzie; temperatura soku obniża się do ok. 80°, co odpowiada spółczynnikowi przesycenia ok. 1,45; w tym okresie zachodzi zawiązanie kryształu. Część masy z zawiązanymi

kryształami stale zawracana jest w I naczyniu od *i* do *i'* za pomocą pompy (*h*) i pobudza tworzenie się nowych kryształów na skutek autokatalitycznego działania kryształów już istniejących. Przez jednoczesne regulowanie spółczynnika przesycenia i szybkości obrotowej pompy (*h*) zawiązanie kryształu może być tak przeprowadzone, aby otrzymać pożądaną ilość kryształów na jednostkę objętości masy, co może być kontrolowane za pomocą okularu (*k*). Taki sposób regulowania procesu zawiązania kryształów jest dostatecznie dokładny, gdyż względnie duże wahania w ilości zawiązanych kryształów mało wpływają na wielkość produkowanego kryształu. W przypadku wadliwego zawiązania kryształu masa może być wypompowana przez przewód (*m*).



Rys. 44. Schemat urządzenia do ciągłej krystalizacji.

Masa, zawierająca potrzebną ilość kryształów, przechodzi do II naczynia, w którym ogrzewana jest wodą, cyrkulującą w przegródkach (*l*), do temperatury 93°, aby uniknąć powstania nowych kryształów cukru oraz w celu doprowadzenia spółczynnika przesycenia do wartości, przy której dalszy wzrost istniejących kryształów jest najkorzystniejszy. W dalszych naczyniach, III, IV i V, temperatura cukrzycy jest tak obniżana, aby krystalizacja w tych naczyniach zachodziła przy stałym spółczynniku przesycenia.

Zamiast pobudzać krystalizację masy w I naczyniu przez zawracanie części tej masy, do ochłodzonego soku zagęszczonego można wprowadzać kryształy cukru z zewnątrz. Zasilanie I naczynia z zewnątrz syropem o określonej zawartości kryształów regulowane jest w tym przypadku przez

zmianę liczby obrotów pompy ($g$). Taki sposób zawiązania kryształu pozwala na automatyczne prowadzenie stacji krystalizacji, na zmniejszenie rozmiarów I naczynia i na obejście się bez II naczynia.

Woda chłodząca wprowadzana jest równomiernie do ostatniej przegródki ($f_1$) ostatniego (V) naczynia i przechodzi w kierunku odwrotnym do cukrzycy kolejno przez wszystkie przegródki V, IV i III naczyń. Po przejściu przez naczynie V, jak również po przejściu przez naczynie IV, część wody odprowadzana jest na bok. Szybkość chłodzenia najlepiej jest regulować automatycznie, w zależności od temperatury cukrzycy, wychodzącej z każdego naczynia; szybkość chłodzenia może również być regulowana ręcznie w zależności od temperatury odprowadzanej wody.

*Rozważania, dotyczące krystalizacji.*

Liczba kryształków $n$, która winna być zawiązana w soku gęstym w celu otrzymania w końcu krystalizacji kryształów pożądanej wielkości, o ciężarze $p$ *mg*, wynosi na 100 *g* wody, zawartej w soku gęstym:

$$n = \frac{(S_v - S_n) \cdot 1000}{p},$$

gdzie $S_v$ oznacza ilość cukru w *gr*, rozpuszczonego w 100 *gr* wody przed krystalizacją (525 *g*), a $S_n$ — po krystalizacji (228 *g*). Wielkość kryształów najlepiej jest wyrażać w długości $a$ krawędzi sześcianu o tej samej objętości, co objętość kryształu.

$$a = 1000 \cdot \left(\frac{p}{s}\right)^{1/3} \text{ mikronów } (\mu),$$

gdzie $p$—ciężar kryształu cukru w *mg*, $s$—ciężar właściwy sacharozy.

Długość krawędzi kryształu $a$ i liczba kryształów $n$, która winna być zawiązana, jest dla cukrów różnych typów np. następująca:

| *Rodzaj kryształu:* | $a$ | $n$ |
|---|---|---|
| Kryształ do celów cukierniczych | 1500 μ | $5 \times 10^4$ |
| Kryształ wzorcowy | 1000 | $15 \times 10^4$ |
| „ średni | 700 | $50 \times 10^4$ |
| „ drobny | 500 | $150 \times 10^4$ |

W początkowym okresie krystalizacji, po przejściu masy przez II naczynie, długość krawędzi kryształów wynosi, przypuszczalnie, ok. 200 μ.

Wzór dla zwiększenia się krawędzi kryształów $\Delta$ w μ na minutę ustalony był doświadczalnie przez autorów:

$$\Delta = \frac{215\ (C - 1)^2}{\eta},$$

w którym $C$ oznacza stopień przesycenia, a $\eta$ — lepkość roztworu w puazach. Jeżeli liczba kryształów $n$ jest wiadoma, to długość krawędzi $a$

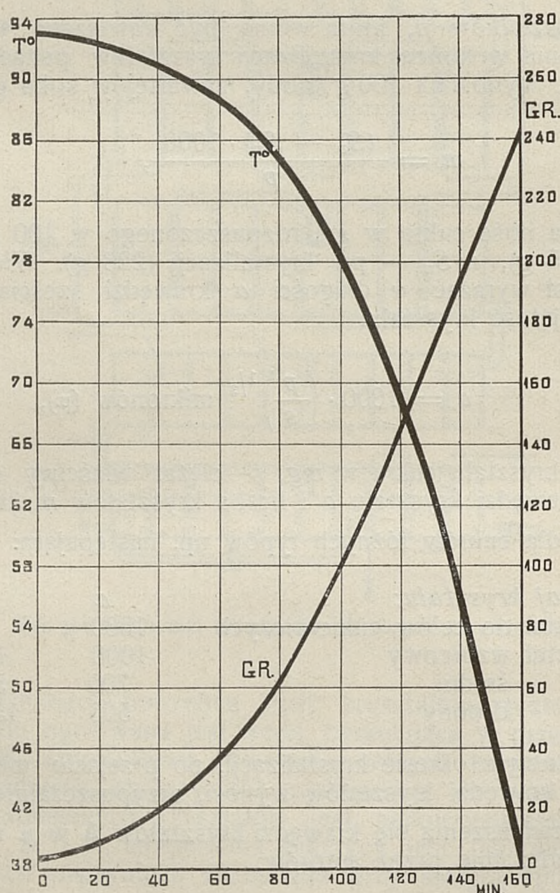
w każdym momencie, odpowiadającym spadkowi stężenia od $S_v$ do $S_1$, może być wyrażona wzorem:

$$a = 10\,000 \left(\frac{S_v - S_1}{n \cdot s}\right)^{1/3}.$$

Czas, potrzebny na małe zwiększenie się krawędzi kryształu od $a_0$ do $a$, w którym $\eta$, a zatem i $\Delta$ mogą być uważane za wartości stałe, jest:

$$t - t_0 = \frac{a - a_0}{\Delta} = \frac{10\,000 \left(\frac{S_v - S_1}{n \cdot s}\right)^{1/3} - a_0}{\Delta}$$

Poczynając od pewnego stężenia $S_v$, dalsze wartości $S_1$ dla szeregu małych spadków temperatury i dla pewnego stałego przesycenia mogą być znalezione w tablicy Herzfelda. Za pomocą wzorów powyższych może




Rys. 45. Krzywa spadku temperatury (T°) i krzywa wzrostu ilości wykrystalizowanego cukru (GR.) w *g* na 100 *g* wody, w zależności od czasu krystalizacji.

być obliczona odpowiednia długość krawędzi $a$ oraz czas trwania każdego poszczególnego okresu krystalizacji; przez sumowanie poszczególnych okre-

sów czasu znajduje się czas trwania krystalizacji od początku. W Tablicy I podane są wyniki tych obliczeń dla kryształu wzorcowego ($n = 15 \times 10^4$) i dla początkowego stężenia 84° Brixa ($S_v = 525$), dla stopnia przesycenia 1,20 i początkowej wielkości ziarna po zawiązaniu $a = 200\ \mu$. Krzywe spadku temperatury ($T^0$) i wzrostu ilości wykrystalizowanego cukru (w *g* na 100 *g* wody zawartej w cukrzycy) w zależności od czasu krystalizacji przedstawione są dla powyższego przypadku na rys. 45.

*Tablica I.*

| Temperatura | Brix | Lepkość $\eta$ | $S_v—S_1$ | Czas krystalizacji od początku min. | Długość krawędzi kryształów $a$ $\mu$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 93.2 | 83.95 | 1.55 | 2 | 0 | 200 |
| 90 | 83.28 | 1.56 | 27 | 52.0 | 488 |
| 85 | 82.27 | 1.58 | 61 | 79.9 | 641 |
| 80 | 81.27 | 1.62 | 91 | 96.8 | 732 |
| 75 | 80.28 | 1.68 | 118 | 109.5 | 798 |
| 70 | 79.30 | 1.75 | 142 | 119.7 | 849 |
| 65 | 78.35 | 1.84 | 163 | 128.1 | 889 |
| 60 | 77.43 | 1.96 | 182 | 135.4 | 922 |
| 55 | 76.53 | 2.13 | 199 | 142.1 | 950 |
| 50 | 75.67 | 2.35 | 214 | 148.1 | 973 |
| 45 | 74.81 | 2.62 | 228 | 154.2 | 994 |
| 40 | 74.03 | 2.95 | 240 | 158.7 | 1011 |
| 35 | 73.26 | 3.45 | 251 | 164.3 | 1026 |

Próby opisanego wyżej sposobu krystalizacji wykonane były w skali pół-fabrycznej na aparaturze, zbudowanej według schematu rys. 44. Przy prawidłowym wprowadzaniu drobnych kryształków z zewnątrz, wzrost kryształów był bardzo prawidłowy. Sposób ten, zastosowany do powtórnej krystalizacji cukru (otrzymywanie kryształu rafinerskiego), dał kryształ znacznie bielszy od otrzymanego przez zwykłe gotowanie ulepu; potwierdzałoby to wniosek Honiga i Alewijna, iż zdolność rosnącego kryształu do adsorbowania substancyj barwnych jest mniejsza przy krystalizacji przez chłodzenie, aniżeli przy krystalizacji przez odparowanie rozpuszczalnika.

*Rozważania, dotyczące chłodzenia.*

Ilość ciepła $Q_1$, która winna być odprowadzona od krystalizującej masy, może być obliczona dla dowolnego okresu czasu z ciepła właściwego cukrzycy i z odpowiadającego danemu okresowi spadku temperatury, który może być wzięty z wykresu rys. 45. Ciepło właściwe cukrzycy może być obliczone z danych Koppa [3]); wynosi ono na początku krystalizacji 0,448, a w końcu — 0,432, czyli zmienia się bardzo nieznacznie, tak iż wartość przeciętna 0,44 może być przyjęta jako stała.

[3]) E. Lippmann. Die Chemie der Zuckerarten, 1904, str. 1166—1168.

Krystalizacja jest jednakże procesem egzotermicznym; ciepło krystalizacji $q$ w odniesieniu do 1 $g$ cukru i w temperaturze $T^0$ oblicza się wg. Ortha ze wzoru:

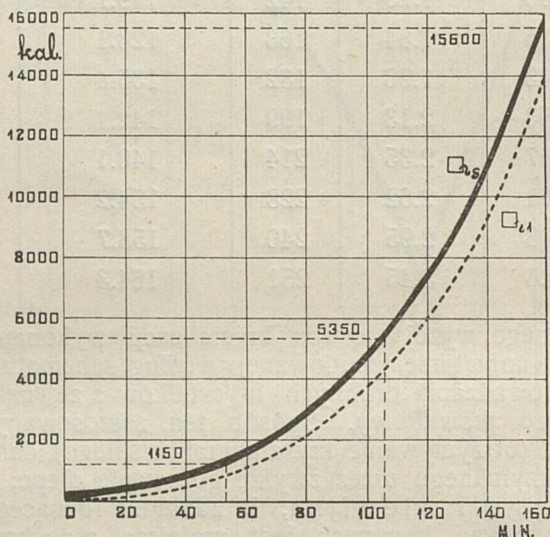
$$q = \frac{2\,(273 + T)^2}{342\,(172{,}8 - T)}.$$

Wzór ten wyprowadzony jest z równania Le Chatelier i zasadniczo wyraża ciepło rozpuszczania, a nie ciepło krystalizacji; różnica między tymi wartościami odpowiada ciepłu rozcieńczania, które może nie być brane pod uwagę. Wartości bezwzględne dla ciepła krystalizacji sacharozy nie są znane, a zatem do wartości obliczonych należy podchodzić z pewną rezerwą.

Średnia temperatura krystalizacji w poszczególnych okresach czasu i ilość wykrystalizowanego cukru mogą być wzięte z wykresów rys. 45. Z tych danych oblicza się ciepło krystalizacji $Q_2$, które w poszczególnych okresach czasu również winno być odprowadzone z cukrzycy, jak i ciepło $Q_1$.

Ogólna ilość ciepła $Q_s$, która winna być odprowadzona z krystalizującej masy w poszczególnych okresach czasu wynosi zatem:

$$Q_s = Q_1 + Q_2.$$




Rys. 46. Krzywe ilości ciepła $Q_s$ i $Q_1$, które winny być odprowadzone z cukrzycy podczas krystalizacji.

Na wykresie rys. 46 podane są krzywe ilości ciepła $Q_s$ i $Q_1$, jako funkcje czasu krystalizacji lub jako funkcje pojemności naczyń, przez które przeszła cukrzyca; $Q_s$ i $Q_1$ wyrażone są w gramo-kaloriach na 100 $g$ wody, zawartej w cukrzycy, t. j. na 625 $g$ cukrzycy lub pierwotnego soku zagęszczonego. Porównanie obydwu krzywych wykresu rys. 46 wykazuje, że ciepło krystalizacji jest niewielkie. Jeżeli naczynia krystalizacyjne są jednakowej pojemności, to ilość ciepła, która winna być odprowadzona z V naczynia, wynosi: 15 600 — 5 350 = 10 250 kal., z IV naczynia: 5 350 — — 1 150 = 4 200 kal., z III naczynia: 1 150 kal. Po przeliczeniu powyższych

ilości ciepła na sprawność chłodzenia 10 ton cukrzycy na godzinę i przyjąwszy, że temperatura wody chłodzącej podwyższa się w naczyniu V o 25°, w IV—o 20° i w III—o 15°, otrzymujemy ilości ciepła oraz ilości wody chłodzącej, podane w Tablicy II.

*Tablica II.*

| Naczynie | Pojemność | Ilość ciepła, która winna być odprowadzona *kg. kal/min* | Ilość wody chłodzącej w *kg/min* |
|---|---|---|---|
| V | 60 | $2733 = 25\,(W_1 + W_2 + W_3)$ | $W_1 = 53$ |
| IV | 60 | $1120 = 20\,(W_2 + W_3)$ | $W_2 = 36$ |
| III | 60 | $307 = 15\,.\,W_3$ | $W_3 = 20$ |

Jeżeli krystalizacja winna trwać ok. 160 min., jak np. w przypadku fabrykacji kryształu o wielkości ok. 1 000 μ, to ogólna pojemność naczyń winna być obliczona na $\frac{160}{60} \times 10 = 267\ q$ cukrzycy czyli ok. 180 *hl*; pojemność każdego naczynia wynosiłaby wtedy 60 *hl*. W przypadku fabrykacji kryształu o wielkości ok. 700 μ pojemność naczyć może być zmniejszona do 60%.

## *Powierzchnia chłodząca.*

Wielkość powierzchni chłodzącej może być obliczona z średniej różnicy temperatur cukrzycy i wody chłodzącej i z wartości spółczynnika przenoszenia ciepła *K*. Średnia różnica temperatur cukrzycy i wody może być wyprowadzona na podstawie teoretycznej zmiany temperatury cukrzycy i wody chłodzącej; różnica ta wynosić będzie dla III naczynia — $7^1/_2{}^0$, dla IV—$17^1/_2{}^0$ i dla V—$17^1/_2{}^0$.

W celu oznaczenia wartości spółczynników przenoszenia ciepła *K* przy chłodzeniu roztworów cukrowych różnej lepkości, w specjalnym przyrządzie wykonano szereg doświadczeń w warunkach słabego mieszania. Wyniki zestawione są w Tablicy III, w której podane są wartości spółczynników przenoszenia ciepła *K* (*kg. kal./m.*$^2$ *godz.* 1°) dla różnych lepkości $\eta$ (wyrażonych w puazach) oraz wartości $K\sqrt{\eta}$, które świadczą o tym, że w warunkach słabego mieszania wartości spółczynników *K* są praktycznie odwrotnie proporcjonalne do pierwiastka z lepkości $\sqrt{\eta}$. Średnia lepkość cukrzycy w każdym naczyniu może być wyprowadzona na podstawie temperatury cukrzycy i stopnia przesycenia (= 1,20). Wartości spółczynników przenoszenia ciepła, obliczone na podstawie średnich lepkości, wynoszą dla III naczynia — 102, dla IV naczynia — 100 a dla V naczynia — 87 *kg. kal./m*$^2$*. godz.* 1°.

Z wartości powyższych oraz z średniej różnicy temperatur cukrzycy i wody w każdym naczyniu oblicza się wielkości powierzchni chłodzących, potrzebnych do odprowadzenia z cukrzycy podanych wyżej ilości ciepła. Powierzchnia chłodząca wynosi w naczyniu III — 24 $m^2$, w IV — 38 $m^2$ i w V — 106 $m^2$.

*Tablica III.*

| Spółczynnik przenoszenia ciepła $K$ $kg. kal./m^2. godz. 1^0$ | Lepkość $\eta$ puazy | $K . \sqrt{\eta}$ |
|---|---|---|
| 123 | 1.05 | 126 |
| 120 | 1.10 | 126 |
| 118 | 1.13 | 125 |
| 115 | 1.15 | 124 |
| 114 | 1.18 | 124 |
| 113 | 1.20 | 124 |
| 112 | 1.24 | 125 |
| 111 | 1.28 | 126 |
| 111 | 1.31 | 127 |
| 110 | 1.36 | 128 |
| 108 | 1.40 | 128 |
| 106 | 1.46 | 128 |
| 104 | 1.52 | 129 |
| 101 | 1.66 | 130 |
| 98 | 1.75 | 129 |
| 95 | 1.89 | 131 |

*Wnioski.*

Zalety nowego sposobu krystalizacji są następujące: ciągłość działania, zastosowanie wyparki wielodziałowej do ostatecznego zagęszczenia soku, co daje znaczne oszczędności na parze; łatwa kontrola i łatwe prowadzenie krystalizacji, otrzymywanie równomiernego kryształu i, ewentualnie ładnego i czystego kryształu rafinerskiego, mała objętość aparatury, zwłaszcza w przypadku wprowadzania zarodków krystalicznych z zewnątrz znaczne skrócenie ogólnego czasu trwania krystalizacji, duża sprawność stacji krystalizacji itp.

---

W związku z ukazaniem się zreferowanej wyżej pracy, przypominamy myśli, rzucone kilkanaście lat temu przez prof. K. Smoleńskiego w artykule p. t. „Perspektywy rozwoju gospodarki cieplnej w cukrowni". [Gazeta Cukrownicza **53** (1929), 418]. W artykule tym omówione są między innymi możliwości zaoszczędzenia na parze grzejnej. *„Znaczna oszczędność w ogólnym zużyciu pary mogłaby być osiągnięta przede wszystkim przez dalej idące zagęszczanie syropu na wyparce, np. do 80° Brixa, zamiast do 60°—65°"*, pisze autor. Przy zastosowaniu odpowiedniego systemu pracy, a mianowicie: przy zastosowaniu wyparki pod ciśnieniem, doprowadzeniu zagęszczonego soku do odpowiedniej temperatury, przy zawiązaniu w warniku odpowiedniej ilości kryształu, odpowiednim regulowaniu liczby i wielkości dociągów oraz temperatury i szybkości odparowania

w czasie gotowania,—obawy, związane z tak wysokim zagęszczeniem soku na wyparce (możliwość krystalizacji syropu przy ochłodzeniu, zmniejszenie sprawności odparowania w ostatnim dziale wyparki, rozkład cukru, trudności w otrzymywaniu dobrego kryształu w czasie gotowania) stają się bezpodstawowe.

W omawianym artykule prof. K. Smoleńskiego czytamy następnie: „Rozwiązanie zadania dalszej oszczędności w zużyciu pary w kierunku uprzedniego zagęszczenia syropu aż do 94⁰ Brixa i następnej krystalizacji przez chłodzenie nie wydaje mi się niemożliwym... Po szybkim ostudzeniu, np. do 100⁰, możemy zawiązać kryształ... a następnie kształtować go przez powolne studzenie, urzeczywistnione bodaj że najlepiej *skokami* w celu wywołania stanu przesycenia... Wyobrażam więc sobie taką krystalizację ciągłą w postaci najprostszej...: szereg połączonych z sobą krystalizatorów z mieszadłami, przez które po kolei przechodzi cukrzyca; krystalizatory zaopatrzone są w chłodnice wodne (gorąca, ciepła i zimna woda) dla regulowania temperatury".

*Inż. M. Werkenthin.*

---

STRESZCZENIE.

Opisany jest sposób ciągłego otrzymania cukrzycy, zaproponowany przez J. A. Platte i G. H. De Vriesa. Opisana jest: 1. wyparka, w której otrzymany w zwykłej wyparce sok gęsty zagęszcza się dalej do 84⁰ Brixa, 2. stacja ciągłego zawiązywania kryształu przez odpowiednie chłodzenie soku i wprowadzenie pewnej ilości gotowych kryształów oraz 3. stacja dalszej krystalizacji cukru w warunkach stałego przesycenia. Podane są rozważania, dotyczące krystalizacji i chłodzenia cukrzycy oraz sposób obliczenia powierzchni chłodzących.

Myśli o tego rodzaju krystalizacji cukrzycy rzucone były przez prof. K. Smoleńskiego jeszcze w roku 1929 w artykule p. t.: „Perspektywy rozwoju gospodarki cieplnej w cukrowni."

---

## Procédé et appareils système J. A. Platte et G.H. De Vries pour la cristallisation continue des sirops de sucrerie.

*Résumé.*

*Description du procédé J. A. Platte et G. H. De Vries de cristallisation continue du sucre en usine, notamment: 1. d'un nouveau système d'évaporation, dans laquelle le jus dense obtenu dans l'évaporation ordinaire est concentré jusqu'à 84⁰ Brix; 2. du procédé de grainage continu par refroidissement du sirop et introduction d'une certaine quantité de cristaux de sucre déjà formés; et enfin 3. du procédé de cristallisation (grandissement des cristaux de sucre) dans des conditions d'une sursaturation constante. Considérations concernant la cristallisation du sucre et le refroidissement de la masse; calcul des surfaces de refroidissement.*

*Un procédé pareil de cristallisation a été proposé par le Professeur K. Smoleński encore en 1929 dans son article[4]): „Perspectives et progrès de l'utilisation de la vapeur en sucrerie".*

---

[4]) Gazeta Cukrownicza **53**, (1929), 418.

XV.

# Sprawozdanie z drugiego posiedzenia Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej.*)

w dniu 19 maja 1936 roku.

Na drugim posiedzeniu Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej obecni byli P. Prezes Dr. St. Grzybowski, P. Prof. K. Smoleński, P. Dyr. T. Śliwiński, P. Prof. A. Siwicki, P. Inż. J. Zaleski, P. Inż. M. Werkenthin.

Do składu Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej, poza obecnymi na posiedzeniu osobami, wchodzą jeszcze P. Prezes Dr. L. Nowakowski, P. Dyr. E. Olex, P. Dyr. A. Piotrowski. W celu uzupełnienia liczby członków Komitetu postanowiono zwrócić się do Dyrekcji Akcyz i Monopolów w Ministerstwie Skarbu i do Związku Dużych Fabryk Cukierniczych z prośbą o wydelegowanie po jednym przedstawicielu do Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej.

Na najbliższy zjazd Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej, który odbędzie się w Londynie w dniu 31 sierpnia 1936 r., postanowiono wydelegować P. Prof. Smoleńskiego i P. Inż. Werkenthin oraz osobę trzecią, wybór której pozostawiono P. Prof. K. Smoleńskiemu.

Przystąpiono następnie do rozpatrzenia 10-go punktu programu obrad przyszłego zjazdu w Londynie p. t. *„Próby oceny wartości rafineryjnej surowego cukru buraczanego i trzcinowego“*. P. Prof. K. Smoleński zapoznał obecnych z dzisiejszym stanem tej sprawy oraz z wynikami prób porównawczych, wykonanych w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym nad dwiema metodami oceny wartości afinacyjnej cukrów surowych: metodą Berlińskiego Instytutu i metodą konduktometryczną, stosowaną w Cze-

*) Gaz. Cukr. **78,** (1936), 348. Sprawozdanie z pierwszego posiedzenia Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej. Gaz. Cukr. **76,** (1935), 17, oraz „Prace C. L. C.", (1935), 163.

chosłowacji. Wypróbowane na pewnej liczbie polskich cukrów surowych, metody te dały wyniki, nie we wszystkich przypadkach zgodne ze sobą.

Komitet przyszedł do wniosku, że w dzisiejszym stanie rzeczy nie można się przychylić do zastosowania ani metody Berlińskiego Instytutu ani metody konduktometrycznej do oceny cukrów surowych.

P. Dyr. T. Śliwiński zaznaczył, że omawiane metody nie są stosowane w krajach, które są głównymi odbiorcami polskich cukrów surowych, t. j. w Anglii i w Holandii i które, poza powszechnie przyjętą oceną cukru surowego, zwracają uwagę na równomierność i ostrość kryształu.

Na wniosek P. Dyr. T. Śliwińskiego postanowiono wystąpić na zjeździe w Londynie z propozycją podwyższenia granic Rendement z 88—92 na 90 — 94 przy handlowej ocenie cukrów surowych.

Co dotyczy sprawy setnego punktu polarymetru oraz sprawy klarowania roztworów cukru surowego do polaryzacji suchym zasadowym octanem ołowiu, to Komitet postanowił pozostać przy dawnych swych uchwałach, a mianowicie: przyjąć w zasadzie nową międzynarodową polarymetryczną skalę cukrowniczą, roztwory zaś cukru surowego do polaryzacji narazie jeszcze klarować *roztworem* zasadowego octanu ołowiu z tego względu, że główny nabywca polskich cukrów surowych, t. j. Anglia, pozostał dotychczas przy klarowaniu *roztworem* zasadowego octanu ołowiu.

Na propozycję P. Dyr. T. Śliwińskiego Komitet rozpatrzył 2-gi punkt programu przyszłego zjazdu w Londynie p. t. „Ważenie, tarowanie opakowanie, pobieranie próbek i klasyfikacja cukrów". W swoim czasie Centralne Laboratorium Cukrownicze otrzymało od D-ra Vondràka, referenta powyższego tematu, ankietę w sprawach, dotyczących tego punktu, na którą dana była wyczerpująca odpowiedź. P. Prezes St. Grzybowski i P. Dyr. T. Śliwiński udzielili obecnym wyjaśnień w sprawie stosowanych w cukrowniach polskich sposobów opakowania cukru, przeznaczonego na rynek wewnętrzny i na eksport. Komitet postanowił przesłać D-rowi Vondràkowi wzorce polskich cukrów białych.

---

## Compte rendu de la deuxième réunion du Comité Polonais d'Analyse du Sucre.


*Résumé.*

*Au cours de sa deuxième réunion, tenue le 19 Mai 1936, le Comité Polonais d'Analyse du Sucre examina la question de l'évaluation des qualités de raffinage du sucre brut. Des essais comparatifs exécutés par le Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise sur deux méthodes d'évaluation proposées récemment, notamment la méthode de l'Institut de Berlin et la méthode conductimétrique du Docteur Sandera, avaient montré que les résultats des deux méthodes d'évaluation n'étaient pas toujours d'accord. Le Comité conclut qu'il était difficile de se prononcer en faveur de l'une ou de l'autre des méthodes mentionnées. Le Comité décida ensuite de s'adresser à la réunion de Londres avec la proposition suivante: les limites du rendement de 88 et 92 acceptées comme base et comme valeur maximum pour le calcul du prix du sucre brut devraient être remplacées par des limites plus élevées, par exemple, 90 et 94.*

*Le Comité accepta en principe l'Echelle Saccharimétrique Internationale et décida que la clarification des solutions de sucres bruts analysés en Pologne doit être faite avec la solution de sous-acétate de plomb, vu que l'acheteur principal des sucres bruts polonais, l'Angleterre avait gardé ce mode de clarification.*

*Enfin le Comité examina la question du pesage, tarage, échantillonnage et de la classification des sucres.*

---

XVI.

# IX Zjazd Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej.*)

W ostatnich dniach sierpnia 1936 roku, po upływie czterech lat od poprzedniego Zjazdu w Amsterdamie, zjechali się znowu członkowie Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej na IX Zjazd, który tym razem odbył się w Londynie. [1])

Prezesem Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej był i pozostał P. Frederick Bates, Kierownik Sekcji Polarymetrii i Węglowodanów Washingtońskiego Biura Wzorców.

IX Zjazd Komisji zorganizowany był przez Brytyjski Komitet Analityki Cukrowniczej. Do organizacji Zjazdu, która wymagała znacznego wysiłku i poświęcenia, przyczynili się głównie Prezes Brytyjskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej — P. Hugh Main, Wice-Prezes P. W. A. Davis i Sekretarz — P. L. Eynon, którym należą się od wszystkich uczestników Zjazdu gorące podziękowania.

Narady Komisji zaczęły się 31 sierpnia i odbywały się w Instytucie Chemicznym (Institute of Chemistry) w centrum Londynu.

Zjazd przedstawicieli różnych krajów był bardzo liczny. Wśród zebranych byli, między innymi, przedstawiciele z Kanady, z wysp Hawajskich, z Jawy, z Południowej Afryki, z Australii.

Delegacja polska składała się z Prof. K. Smoleńskiego, inż. M. Werkenthin i inż. T. Pietrzykowskiego.

Ze względu na dużą objętość programu obrad prace Zjazdu z trudem dało się zakończyć.

Prof. K. Smoleński był referentem sekcji o „Oznaczaniu siły odbarwiającej i własności filtracyjnych węgli" i złożył w tej sprawie obszerny referat, obecnie już ogłoszony drukiem [2]); skrót tego referatu, zawierający

---

*) Gaz. Cukr. **79,** (1936), 222.

[1]) Gaz. Cukr. **70** (1932), 434; **72** (1933), 264; **76** (1935) 117; **78** (1936), 348 oraz „Prace C. L. C.". (1932 — 33), 194 i (1935), 163.

[2]) Gaz. Cukr. **79** (1936), 177. oraz Praca niniejsza, art III.

główne propozycje Prof. K. Smoleńskiego w sprawie ujednostajnienia oceny węgli aktywowanych, używanych w cukrownictwie, podany jest niżej.

Przy rozpatrywaniu poszczególnych punktów programu delegacja polska przyjmowała żywy udział i załączyła do aktów Zjazdu szereg notatek, treść których również podana jest niżej.

Obszerne sprawozdanie z prac Zjazdu wraz z wnioskami i postanowieniami Komisji wkrótce ogłoszone będzie drukiem w „International Sugar Journal", a następnie w „Gazecie Cukrowniczej".

---

Dzięki staraniom organizatorów Zjazdu uczestnicy mieli możność zwiedzenia Państwowego Laboratorium Analitycznego w Londynie oraz Instytutu Badawczego Związku Gorzelników w Great Burgh, Epsom, koło Londynu. Gospodarze Zjazdu zorganizowali również miłe wycieczki wypoczynkowe do Windsor Castle i do ogrodów Towarzystwa Zoologicznego w Whipsnade pod Londynem.

Zjazd zakończył się bankietem, wydanym przez Brytyjski Komitet Analityki Cukrowniczej, na którym obecni byli liczni przedstawiciele angielskiego przemysłu cukrowniczego. Na tym bankiecie Prof. K. Smoleński przemawiał w imieniu uczestników Zjazdu, dziękując, między innymi, Dyrektorowi Instytutu Badawczego Związku Gorzelników P. J. V. Eyre oraz Dyrektorowi Państwowego Laboratorium Analitycznego P. J. J. Fox'owi za umożliwienie zwiedzenia tych instytucyj.

---

Na zaproszenie Prof. O. Spenglera, Dyrektora Berlińskiego Instytutu Cukrowniczego, następny X Zjazd Międzynarodowej Komisji odbędzie się w Berlinie w 1940 roku.

## Referaty i uwagi Delegacji Polskiego Komitetu Analityki Cukrowniczej, przedstawione na IX Zjeździe Międzynarodowej Komisji w Londynie.

Temat 2. **Ważenie, opakowanie, pobieranie próbek i klasyfikacja cukrów.**

*Próbki polskich cukrów surowych* eksportowanych za granicę pobierane są przez zaprzysiężonych próbobiorców ze składów cukru w Gdyni. Prawidła, do których stosują się próbobiorcy w Polsce, są te same, jakie są w użyciu w Niemczech (Zeitschr. des Vereins, **81**, 1931, część ogólna, str. 329).

Nie zatrzymując się na szczegółach pobierania próbek cukru surowego, chcielibyśmy tylko podkreślić momenty następujące: próbki cukru zebrane z dziesiątej części worków, stanowiących partię, umieszczane są w blaszanych pudełkach o pojemności 200—250 *g* cukru; pudełka zaklejane są taśmą izolacyjną. Poza tym 2% worków, stanowiących partię, badane są na zawartość grudek.

*Analizy próbek cukru* na zlecenie strony sprzedającej, t. j. Banku Cukrownictwa, wykonywane są przez p. Inż. J. Zaleskiego, chemika zaprzysiężonego przy Izbie Przemysłowo-Handlowej w Warszawie. Jeżeli *Rendement*, obliczone z dwóch analiz, z których jedna wykonana jest na zlecenie strony sprzedającej, a druga na zlecenie strony kupującej, różnią się o 0,5° lub więcej, to przez chemika zaprzysiężonego w Gdańsku wykonywana jest trzecia analiza, rozjemcza.

Analizy polskich cukrów surowych eksportowanych zagranicę wykonywane są w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym przez p. inż. J. Za-

leskiego według metod ustalonych przez Międzynarodową Komisję[3]). Świadectwo analizy, wysyłane w dwóch egzemplarzach do Banku Cukrownictwa, zawiera następujące rubryki: signum kontraktu sprzedaży, numer bieżący analizy, daty otrzymania próbki i wykonania analizy, nazwę cukrowni, liczbę worków stanowiących partię, oznaczenie rzutu (cukier I-go lub II-go rzutu), opis opakowania próbki, nazwisko próbobiorcy i wreszcie wyniki analizy, a mianowicie: zawartość cukru wg. polaryzacji bezpośredniej, zawartość niecukrów, zawartość wody hygroskopijnej, zawartość popiołu i cukru przemienionego, odczyn cukru na fenoloftaleinę. Rendement cukru oblicza Bank Cukrownictwa według warunków kontraktu sprzedaży.

Polski handel cukrem nie posiada specjalnych prawideł co do pobierania próbek cukru, uszkodzonego podczas transportu lub podlegającego kontroli bakteriologicznej.

*Polskie cukry surowe* nie podlegają żadnej *klasyfikacji*, poza zwykłą klasyfikacją według rzutów (I-y lub II-gi rzut). Nieoficjalnie Centralne Laboratorium Cukrownicze sprawdza od czasu do czasu zdolność afinacyjną polskich cukrów surowych, stosując do tego celu metodę Berlińskiego Instytutu, według której cukry surowe klasyfikowane są na 5 typów.

Co dotyczy *polskich cukrów białych*, to Komisja Rzeczoznawców, składająca się z Przedstawicieli Związków Polskiego Przemysłu Cukrowniczego, Banku Cukrownictwa i Instytutu Przemysłu Cukrowniczego, ustaliła w 1933 roku 3 nowe *typy cukru białego*, którymi zastąpiła istniejące do tego czasu typy dawniejsze.

Te trzy typy są:

1. „K. G." kryształ o grubym ziarnie, przechodzącym przez sito Nr. 9 i zatrzymującym się na sicie Nr. 12.

2. „K. S." kryształ o średnim ziarnie, przechodzącym przez sito Nr. 12 i zatrzymującym się na sicie Nr. 20.

3. „K. D." kryształ o drobnym ziarnie, przechodzącym przez sito Nr. 20 i zatrzymującym się na sicie Nr. 50.

Ilość mąki, t. j. drobnego kryształu przechodzącego przez sito Nr. 50, nie powinna przekraczać 5%. Wielkość otworków w wymienionych numerach sit została ściśle określona.

Cukrownie polskie sprawdzają wielkość swego kryształu przez wykonanie w laboratorium próby odsiewania. Poza tym pewna liczba cukrowni sprawdza zabarwienie produkowanych cukrów białych nie tylko w świetle odbitym, lecz także w świetle przechodzącym. Białość cukrów winna być zbliżona do białości trzech wyżej wymienionych typów.

*Opakowanie polskiego cukru surowego i białego* jest do pewnego stopnia znormalizowane. Na rynek zewnętrzny używane są worki jutowe o wadze 800 *gr* (do których ładuje się 100 *kg* lub 99,2 *kg* cukru netto). Na rynek wewnętrzny używane są worki jutowe o wadze 600 *gr* lub worki lniane o wadze 550 *gr* (ładuje się 100 *kg* cukru netto). Polskie normy, dotyczące wytrzymałości tkaniny i szwów oraz gęstości tkaniny, są surowsze dla worków, przeznaczonych do cukru eksportowego, aniżeli do cukru, konsumowanego wewnątrz kraju.

Co dotyczy prawideł i instrukcyj do pobierania próbek innych produktów cukrowniczych, surowców, materiałów pomocniczych i t. d., to są one, prawdopodobnie, takie same, jak w innych krajach.

Oficjalne *próbki melasu* do analiz handlowych pobierane są w Polsce według tych samych prawideł, jakie stosowane są przez niemieckich pró-

---

[3]) „Prace C. L. C." (1932—1933), 216 oraz Gaz. Cukr. **74**, (1934), 189.

bobiorców zaprzysiężonych (Zeitschr. des Vereins **81** (1931) część ogólna, str. 336).

Dokładność, z jaką odważane są różne produkty do poszczególnych oznaczeń analitycznych, zależy od rodzaju produktu i od metody analitycznej i na ogół nie różni się niczym od dokładności potrzebnej i zwykle stosowanej w poszczególnych przypadkach. Cukry surowe odważane są do polaryzacji z dokładnością do 2 *mgr*.

W cukrowniach polskich nie są stosowane specjalne przyrządy do automatycznego pobierania próbek produktów cukrowniczych.

Temat 3. **Konduktometryczne oznaczanie popiołu w cukrach surowych.**

W czasie ostatnich paru kampanij oznaczyliśmy w kilkudziesięciu próbkach polskich cukrów surowych — popiół metodą konduktometryczną i metodą wagową; do oznaczeń konduktometrycznych stosowaliśmy roztwory 5 *gr* cukru w 100 $cm^3$, używając przyrządu Leeds & Northrup.

Przy zawartościach popiołu poniżej 1% znajdujemy zawsze dostateczną zgodność w granicy $\pm$0,02%; przy zawartościach powyżej 1% popiołu odchylenia między wynikami obu metod są większe i dochodą do 0,1%. Sprawa tych ostatnich rozbieżności powinna być dalej badana.

Temat 4. **Oznaczanie cukrów redukujących i wpływ przegrzania na to oznaczenie.**

Na załączonym wykresie rys. 47, opracowanym przez Centralne Laboratorium Cukrownicze, zestawione są w sposób graficzny różne metody oznaczania cukrów redukujących. Na wykresie znalazło miejsce 29 metod, a mianowicie: 10 metod, zbadanie których polecone było przez poprzedni zjazd Międzynarodowej Komisji w 1932 roku, i 19 metod mniej lub więcej nowych, zaproponowanych w ciągu ostatnich lat pięciu.

Jak widać z wykresu *metody oznaczania cukrów redukujących* podzielone są przede wszystkim na 2 grupy zasadnicze:

1. Medoty bez użycia roztworu miedziowego; do tej grupy należy np. metoda Baerts'a, oparta na czasie trwania odbarwiania błękitu metylenowego.

2. Metody z użyciem roztworu miedziowego z ewentualnym dodaniem innych odczynników.

Ta ostatnia grupa metod może być podzielona na kilka odmian, mianowicie:

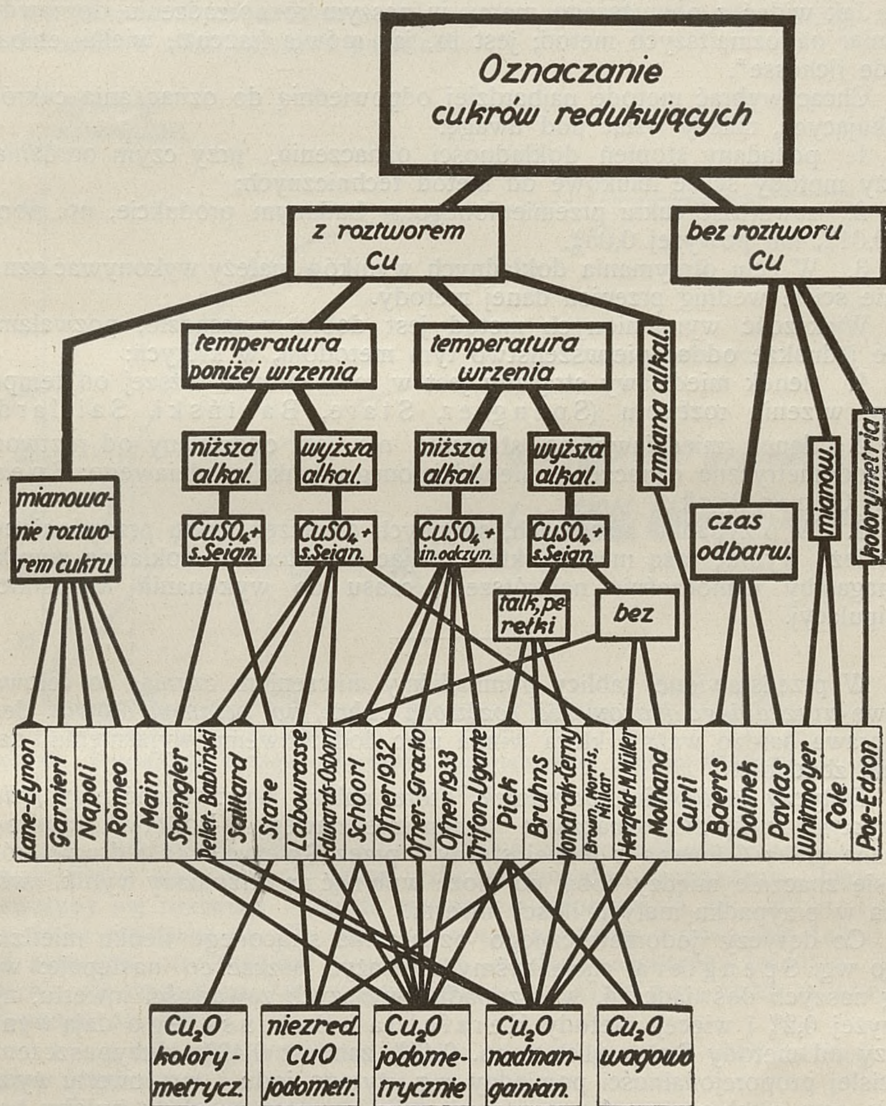
a) Mianowanie wiadomej ilości roztworu miedziowego roztworem badanego cukru; zaliczyć tu należy metodę Eynon'a i Lane'a i inne; do tej podgrupy odnieść można również metodę Main'a.

b) Strącanie tlenku miedziawego w temperaturze wrzenia roztworu; do tych metod należy klasyczna metoda Herzfelda. Odróżnić tu należy metody stosujące roztwór miedziowy o wyższej alkaliczności (Herzfeld, Pick, Vondrak i inne) i metody stosujące roztwór miedziowy o niższej alkaliczności, co należy uznać za bardziej celowe (Schoorl, Ofner i inne).

c) Strącanie tlenku miedziawego w temperaturze niższej od temperatury wrzenia roztworu, np. w temperaturze wrzącej łaźni wodnej (Brown-Morris, Spengler) lub też w temperaturze ok. 60° (Saillard, Babiński). W tej podgrupie również odróżnić należy metody z zastosowaniem

roztworu miedziowego o wyższej alkaliczności (B a b i ń s k i) i o niższej alkaliczności (S t a r e, S p e n g l e r).

d) Oznaczenie zmiany alkaliczności roztworu miedziowego, która ma miejsce podczas reakcji (C u r l i).




Rys. 47. Metody oznaczania cukrów redukujących.

Co dotyczy *sposobów oznaczania miedzi* po strąceniu tlenku miedziawego, podzieliliśmy je na 5 grup następujących:

1. Kolorymetryczne oznaczanie tlenku miedziawego (S t a r e).
2. Jodometryczne oznaczanie nadmiaru miedzi w roztworze (S c h o o r l, B r u h n s).

3. Jodometryczne oznaczanie strąconego tlenku miedziawego (Schoorl, Ofner, Spengler).

4. Oznaczanie tlenku miedziawego roztworem nadmanganianu (Saillard, Babiński, Pick, Vondrak i inni).

5. Oznaczanie tlenku miedziawego metodą wagową.

Jak widać z powyższego mamy w naszym rozporządzeniu, doprawdy, nadmiar najrozmaitszych metod; jest to, jak mówią francuzi, wielki „embarras de richesse".

Chcąc wybrać metodę najbardziej odpowiednią do oznaczania cukrów redukujących, należy wziąć pod uwagę:

1. pożądany stopień dokładności oznaczenia, przy czym odróżniać należy metody ściśle naukowe od metod technicznych;

2. zawartość cukru przemienionego w badanym produkcie, np. poniżej 0,01%, lub powyżej 0,05%.

3. W celu otrzymania dokładnych wyników, należy wykonywać oznaczenie ściśle według przepisu danej metody.

Większość wymienionych metod jest dobra w zasadzie, pozwalamy sobie jednakże oddać pierwszeństwo tym metodom, w których:

1. tlenek miedziawy strącany jest w temperaturze niższej od temperatury wrzenia roztworu (Spengler, Stare, Babiński, Saillard),

2. tlenek miedziawy po strąceniu nie jest oddzielany od roztworu (np. jodometryczne oznaczenie nieoddzielonego tlenku miedziawego: Spengler, Ofner, Pick).

3. W przypadku masowych, seryjnych oznaczeń cukru przemienionego należy wybrać taką metodę, która, dając dostatecznie dokładne wyniki, wymagałaby jednocześnie najkrótszego czasu do wykonania wszystkich manipulacyj.

---

W przedstawionej tablicy pominęliśmy milczeniem, czyniąc to celowo, sprawę *uprzedniego klarowania roztworu cukru, np. octanem ołowiu.* Jest to sprawa bardzo ważna, która winna ulec dodatkowemu wyjaśnieniu i dalszemu zbadaniu.

Dotyczy to również *poprawek,* które należy wprowadzać przy *jodometrycznej metodzie* oznaczania tlenku miedziawego. Poprawki, zaproponowane przez Ofnera z jednej strony i przez Spenglera z drugiej, różnią się znacznie między sobą, co może wpłynąć na otrzymany wynik, zwłaszcza w przypadku małych ilości inwertu.

Co dotyczy jodometrycznego oznaczania strąconego tlenku miedziawego wg. Spenglera, chcielibyśmy zauważyć jeszcze co następuje: według naszych doświadczeń, w przypadku wyższych zawartości inwertu, np. powyżej 0,2% i więcej, metody Herzfelda i Babińskiego dają wynik niższy od metody Spenglera, np. 0,45% zamiast 0,49%. Przypuszczenie o ścisłej proporcjonalności pomiędzy *mg* użytego jodu i *mg* inwertu wydaje się nam niesłusznym dla szerszych granic, z tego względu byłoby bardzo pożądane opracowanie specjalnych tablic.

Temat 5. **Oznaczanie siły odbarwiającej i własności filtracyjnych węgli.**

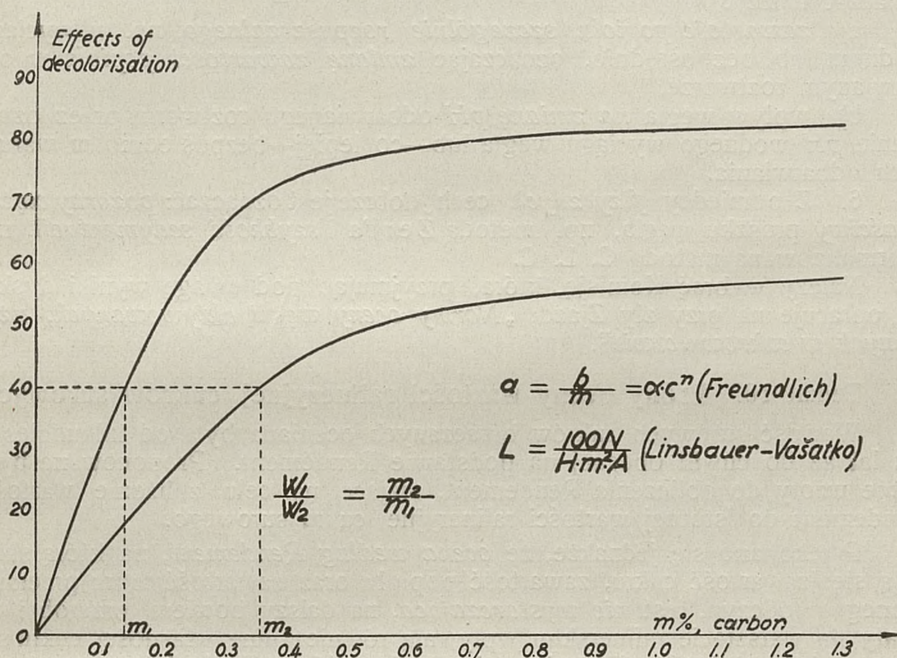
W sprawie „oceny wartości technicznej węgli aktywowanych, stosowanych w cukrownictwie" Panowie otrzymaliście mój obszerny referat [4]),

---

[4]) Gazeta Cukrownicza **79** (1936), 177 oraz Prace niniejsze art. Nr. III.

z którego teraz podam skrót, ujmując swoje propozycje w następujących punktach:

1. Najważniejszym jest prawidłowe oznaczenie: *zdolności odbarwiającej* jako wartości względnej w stosunku do węgla, przyjętego za wzorzec (Carboraffina lub Norit-Standard). Oznaczać należy ilości węgli, dające *ten sam efekt odbarwienia.* (Wykres na rys. 48). Metodę należy *znormalizować* w następujących punktach:




Rys. 48. Porównanie efektów odbarwienia roztworu cukru różnymi ilościami dwu różnych węgli.

a) *Substancja*, której roztwór używa się do *odbarwienia:* należy odrzucić błękit metylenowy; melas wzbudza poważne zastrzeżenia—lepiej nadawałyby się roztwory żółtych mączek o zabarwieniu ok. 50° St. i spółczynniku czystości ok. 95, lub—roztwory sacharozy z dodaniem takiej ilości sztucznie otrzymanych produktów rozkładu sacharozy (sacharan E h r l i c h'a, sól wapniowa „kwasu apoglucynowego" G a r i n o), ażeby zabarwienie wynosiło ok. 50° St.

b) z badanego roztworu należy *usunąć* uprzednio subtelne *męty* (dodatek „Hyflo").

c) *stężenie* roztworu: 50° Bx;

d) *pH* roztworu: zawsze jednakowe, np. 8,0—8,5;

e) *temperatura* odbarwienia: 80° C.

f) *czas*: 1 godz.

g) roztwór winien być *mieszany*;

h) powinna być robiona równoległa *ślepa próba* — bez węgla.

2. Rzeczą pożyteczną jest oznaczanie względnej *szybkości odbarwiania* oraz *„liczby odbarwiania"* np. wg. L i n s b a u e r'a, ewentualnie *„adsorpcyjnej pojemności"* węgla.

3. Należy oznaczać *względną szybkość cedzenia* odbarwianego roztworu przez dany węgiel; lepiej tu jest posługiwać się metodą dostosowaną do sposobu warstwowego, używając jednakową ilość węgla na jednostkę powierzchni.

4. Należałoby opracować *metodę oznaczania zdolności węgla do regeneracji*, chociażby działaniem ługu i kwasu.

5. Z pomiędzy *chemicznych* cech węgli, oprócz zawartości *wilgoci*, oznaczać należy:

a) *zawartość popiołu, szczególniej rozpuszczalnego*, np. w wyciągu wodnym lub bezpośrednio, oznaczając *zmianę zawartości popiołu* w odbarwianym roztworze,

b) wpływ węgla *na zmianę pH* odbarwianego roztworu, przez oznaczenie *pH* wodnego wyciągu węgla lub—co lepiej—bezpośrednio w warunkach odbarwiania.

6. Z pomiędzy *fizycznych* cech dobrze jest oznaczać: *pozorny ciężar właściwy* proszku węgla, np. metodą Żert'a i *szybkość sedymentacji*, np. znormalizowaną metodą C. L. C.

Należy wybrać Komisję, która, przyjmując pod uwagę wyniki dyskusji, opracuje na przyszły Zjazd: „*Normy oceny węgli aktywowanych, używanych w cukrownictwie*".

Temat 10. **Próby oceny wartości rafineryjnej cukrów surowych.**

Wartość surowych cukrów buraczanych oceniana była od kilkudziesięciu lat aż do chwili obecnej na podstawie Rendement. Proponowane były różne wzory do obliczenia Rendement, mające na celu zbliżenie wartości Rendement do istotnej wartości rafineryjnej cukru surowego.

Przekonano się jednakże, że *ocena według Rendement*, na którą składają się: zawartość cukru, zawartość popiołu oraz zawartość cukru przemienionego i odczyn, jest *nie wystarczająca*, na dalszy bowiem przerób i na straty na warsztacie rafinerskim wpływają również inne własności cukru surowego, jak: zdolność afinacyjna, równomierność kryształu i jego czystość, zawartość odcieku międzykryształowego, zawartość koloidów, ciał barwnych, niecukrów nierozpuszczalnych itp.

*Całkowita ocena cukru surowego* pod względem jego wartości rafineryjnej jest rzeczą bardzo trudną. Dlatego też większość zaproponowanych przez różnych badaczy metod dodatkowej oceny cukrów surowych dotyczy przede wszystkim ich *zdolności afinacyjnej*, zależnej głównie od równomierności i wielkości kryształu oraz od ilości przylegającego doń odcieku. Karcz, Payen (1846 r.), Pellet, Scheibler i Koydl, a później Roubinek i Knor (1934) zaproponowali metody oznaczania ilości kryształu, zawartego w cukrze surowym i jego równomierności (próba przesiewania). W Holandii od wielu lat przyjęty był sposób oceny i kontroli produkowanych cukrów surowych, polegający na próbnym afinowaniu cukru na wirówce laboratoryjnej i porównywaniu otrzymanego cukru afinowanego z przyjętymi tam wzorcami—na zasadzie zabarwienia.

Instytut Berliński stosuje do oceny wartości afinacyjnej cukrów surowych ogólnie znaną metodę, zaproponowaną jeszcze w roku 1912 przez Herzfeld'a i ulepszoną przez Spengler'a w roku 1926. W Czechosłowacji zaczęto w 1927 r. stosować do oceny cukrów surowych tak zwaną konduktometryczną metodę Šandery, w ciągu następnych lat zmodyfikowaną i udoskonaloną. Zasada jej nie ma nic wspólnego z zasadą metody Berlińskiej. Jeśli chodzi o surowe cukry buraczane (a nie trzcinowe)—

to w chwili obecnej do oceny ich zdolności afinacyjnej stosowane są głównie dwie ostatnio wymienione metody: Instytutu Berlińskiego i czeska metoda Šandery. Szczegóły, dotyczące wykonania oznaczeń tymi dwiema metodami, oraz ich krytykę znaleźć można w literaturze [5]).

Metody te zostały porównane w Centralnym Laboratorium Cukrowniczym na pewnej liczbie polskich cukrów surowych. Wyniki naszych prób pozwoliły nam wnioskować, że *ocena cukru surowego metodą Berlińską nie zawsze odpowiada ocenie według metody* Šandery, przy czym odchylenia są nieraz dość znaczne.

Co dotyczy oceny polskich cukrów surowych pod względem zdolności afinacyjnej, to są one od czasu do czasu sprawdzane w naszym Centralnym Laboratorium, jako też i w pewnej liczbie cukrowni za pomocą metody Berlińskiej, nie przyjętej zresztą u nas jako obowiązującej.

Trudno jest powiedzieć, która z tych dwu metod oceny jest właściwsza, gdyż każda z nich oparta jest na innej zasadzie i dąży do innego celu: metoda Berlińska ma na celu ocenę cukrów surowych wyłącznie pod względem zdolności afinacyjnej, podczas gdy konduktometryczna — przede wszystkim pod względem wartości rafineryjnej. Obydwie metody są jeszcze nie wystarczające do całkowitej oceny jakości cukru surowego, byłoby więc pożądanym opracowanie nowych metod, które dawałyby pełniejszą charakterystykę cukrów surowych, lub udoskonalić metody już istniejące.

**Propozycje Polskiej Delegacji, dotyczące handlowych norm Rendement cukrów surowych.**

Rendement 88, ustalone jako basis do obliczania ceny cukru surowego w handlu międzynarodowym, oraz Rendement 92, ustalone jako górna granica, powyżej której cukier nie jest premiowany, przyjęte zostały jeszcze ok. 50 lat temu, t. j. w czasie, kiedy zawartość cukru w buraku i czystość soków oczyszczonych były znacznie niższe od dzisiejszych. Postępy, osiągnięte w ubiegłem pięćdziesięcioleciu w dziedzinach hodowli buraka i fabrykacji cukru przyczyniły się do znacznego podwyższenia czystości soków cukrowniczych: w większości krajów europejskich czystość oczyszczonych soków buraczanych przewyższa 90, naprzykład w Czechosłowacji, w Niemczech i w Polsce czystość tych soków wynosi od 94 do 95.

Z soków o tak wysokiej czystości trudno jest otrzymać, pomimo zawracania znacznej ilości odcieków, cukier surowy o Rendement poniżej 91. Technicy-cukrownicy radzą sobie w ten sposób, że do warów cukru surowego dodają odcieki o bardzo niskiej czystości a przy odwirowywaniu cukru surowego pozostawiają w nim więcej odcieku.

Ze względu na stosunki tak nienormalne, proponujemy IX Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej przyjęcie Rendement 90 jako basis do obliczania ceny cukru surowego (chodzi tu o wartości Rendement, oznaczone i obliczone w dotychczas powszechnie przyjęty sposób) i podwyższenie do 94 granicy Rendement, powyżej której cukier nie jest premiowany.

Temat 11. **Usunięcie błędów, spowodowanych przez klarowanie roztworów cukru surowego octanem ołowiu.**

W celu sprawdzenia na polskich cukrach surowych, jakie jest *zwiększenie polaryzacji, spowodowane przez objętość osadu ołowiowego*, Cen-

[5]) Gazeta Cukrownicza **75** (1934), 207 oraz **78** (1936), 339.

tralne Laboratorium Cukrownicze wykonało szereg oznaczeń na próbkach cukru surowego, nadesłanych przez wszystkie cukrownie polskie, produkujące tę kategorię cukru. Przeciętna polaryzacja użytych do badań cukrów surowych wynosiła ok. 95,5.

Badania polegały na wykonaniu dla każdego cukru dwóch równoległych polaryzacyj: jednej — po sklarowaniu *roztworem* zasadowego octanu ołowiu, drugiej — po sklarowaniu *suchym* zasadowym octanem ołowiu Horne'a (otrzymanym od firmy Merck). Do wszystkich polaryzacyj stosowano jednakowe ilości zasadowego octanu ołowiu, a mianowicie: przy mokrym klarowaniu — 1 $cm^3$ zwykłego roztworu zasadowego octanu, który dodawano po rozpuszczeniu cukru *przed* dopełnieniem kolbki do kreski 100 $cm^3$, przy suchym zaś klarowaniu — 0,35 *gr* suchego sproszkowanego zasadowego octanu, który dodawano *po* dopełnieniu kolbki do kreski. Różnica pomiędzy pierwszą a drugą polaryzacją wskazuje, jakie jest zwiększenie polaryzacji przy mokrym klarowaniu na skutek objętości, zajmowanej przez osad ołowiowy.

Centralne Laboratorium Cukrownicze wykonało dwie serie takich prób. W pierwszej serii równoległe polaryzacje wykonane były na dwóch oddzielnych roztworach cukru, otrzymanych z dwóch poszczególnych odważek cukru. Przeciętna różnica polaryzacyj wyniosła 0,12$^0$ polarymetru. W drugiej serii prób równoległe polaryzacje wykonane były na dwóch porcjach jednego i tego samego roztworu cukru, otrzymanego z jednej odważki cukru. Przeciętna różnica polaryzacyj wyniosła w tem przypadku 0,05$^0$ polarymetru.

Co dotyczy samej praktyki stosowania suchego zasadowego octanu ołowiu, to Centralne Laboratorium Cukrownicze zaznaczyć musi, że jest ona nieco kłopotliwsza od praktyki stosowania roztworu octanu ołowiu, nawet w przypadku, gdy sproszkowany octan odmierzany jest za pomocą łyżeczki zamiast być odważanym na wadze. Przebieg sączenia po sklarowaniu suchym octanem i klarowność przesączu są natomiast zupełnie zadowalające.

Sprawa stosowania suchego zasadowego octanu ołowiu jest poniekąd związana ze sprawą wprowadzenia Międzynarodowej Cukrowniczej Skali polarymetrycznej, gdyż w tym przypadku różnice w polaryzacji cukrów surowych (buraczanych) równoważą się wzajemnie prawie całkowicie. Z tego też względu Polski Komitet Analityki Cukrowniczej, przyjmując w zasadzie Międzynarodową Skalę Cukrowniczą, jednocześnie postanowił przyjąć w zasadzie stosowanie suchego zasadowego octanu ołowiu. Postanowienie to dotyczy handlowych analiz cukrów surowych, wykonywanych w Polsce nad polskimi cukrami surowymi. W tym miejscu zauważyć należy, że Polska nie posiada prawie żadnego handlu wewnętrznego cukrem surowym.

Polski Komitet Analityki Cukrowniczej jednocześnie uchwalił, że stosowanie Międzynarodowej Skali Cukrowniczej i suchego zasadowego octanu ołowiu w praktyce przez polskich chemików zaprzysiężonych winno, oczywiście, zależeć od stanowiska, jakie zajmą chemicy krajów, kupujących polskie cukry surowe. Ze względu na to, że główny nabywca polskich cukrów surowych — Anglia — dotychczas jeszcze nie wprowadziła suchego zasadowego octanu ołowiu i stosuje nadal roztwór zasadowego octanu ołowiu, nasi chemicy zachowali do dnia dzisiejszego w praktyce starą skalę cukrowniczą i roztwór zasadowego octanu ołowiu.

Od IX Zjazdu Międzynarodowej Komisji pragnęlibyśmy usłyszeć ostateczną decyzję w tej sprawie i jeszcze raz powtarzamy w tym miejscu naszą propozycję, t. j. aby suchy zasadowy octan ołowiu wprowadzony był jednocześnie z Międzynarodową Skalą Cukrowniczą.

Temat 17. **Analiza i ocena cukrów rafinowanych.**

Na zasadzie badań, wykonanych w 1926/27 r. i ogłoszonych w „Gazecie Cukrowniczej“ oraz w „Pracach C. L. C.“, uważamy za najważniejsze do oceny stopnia rafinowania cukru następujące oznaczenia:

1. *Oznaczenie popiołu* – najlepiej metodą konduktometryczną, np. opracowaną przez Centralne Laboratorium Cukrownicze i ogłoszoną drukiem w r. 1929 w „Gazecie Cukrowniczej“ oraz w Pracach niniejszych (art. Nr. IX). Metoda polega na bardzo dokładnym — przy użyciu odpowiednich przyrządów i sposobu postępowania — mierzeniu przewodnictwa właściwego roztworu 10 lub 20 *gr* cukru w 100 $cm^3$ i przeliczaniu przewodnictwa właściwego na popiół wg. podanych przez nas wzorów. Metoda ta została przez nas opracowana na zasadzie pomiarów przewodnictwa bardzo rozcieńczonych roztworów $KCl$ w czystej wodzie i w roztworach sacharozy o różnym stężeniu oraz roztworów sacharozy z dodaniem odpowiednich ilości melasu, jako źródła popiołu; metoda nadaje się do oznaczania zawartości popiołu aż do 0,001% popiołu. Metoda ta została sprawdzona na kilkudziesięciu próbkach różnych cukrów białych, rafinady i produktów rafinerskich przez porównanie popiołu wagowego z konduktometrycznym. Popiół wagowy oznaczano przy użyciu *mikro-wagi* — jako popiół ogólny oraz rozpuszczalny.

Znaleziono we wszystkich przypadkach całkowitą zgodność między popiołem konduktometrycznym i wagowym rozpuszczalnym aż do 0,001%.

2. *Napięcie powierzchniowe.* Z bardzo licznych oznaczeń napięcia powierzchniowego cukrów surowych, afinowanych i w różny sposób rafinowanych przekonaliśmy się jeszcze przed 10-ciu laty, iż prawidłowo wykonane oznaczenia napięcia powierzchniowego statycznego, np. przy użyciu tensiometru du Noüy, dają zupełnie prawidłową ocenę stopnia wyrafinowania; np. napięcia powierzchniowe 25° Bx-owych roztworów *cukrów surowych* wynoszą 58 — 62 *dyn, cukrów afinowanych:* 62 — 66 *dyn, gorszych gatunków cukrów rafinowanych* 70 — 72 *dyn* i wreszcie *prawdziwie dobrej rafinady* 75 *dyn,* a więc prawie jak chemicznie czystej sacharozy.

3. *Mętność.* Roztwory dobrze wyrafinowanych rafinad powinny być optycznie próżne. Do oznaczania mętności stosujemy od wielu lat metodę, polegającą na tym, że dla 50°Bx-owych roztworów cukru oznaczane jest spektrofotometrycznie pochłanianie światła przez roztwór pierwotny i przez roztwór, odcedzony przez odpowiedni sączek membranowy; *mętność = różnicy tych dwu oznaczeń.*

Pochłanianie według pomiaru spektrofotometrycznego obliczamy z krzywej ekstynkcji w granicach długości fali: 480 — 700 $m\mu$. — jako wielkość proporcjonalną do powierzchni pola wykresu ekstynkcji, ewentualnie — przeliczając na stopnie Stammer'a i wyrażamy mętność w %-ach całkowitego, pierwotnego zabarwienia.

4. *Cukier przemieniony.* Do oznaczania ilości poniżej 0,05% aż do 0,001% stosujemy metodę B a b i ń s k i e g o z użyciem bardzo rozcieńczonego roztworu $KMnO_4$.

5. *Pozorny ciężar właściwy* rafinady kawałkowej oznaczamy metodą C. L. C., polegającą na ważeniu kawałka rafinady w powietrzu i w nafcie o znanym ciężarze właściwym.

---

STRESZCZENIE.

Podane jest krótkie sprawozdanie z przebiegu IX Zjazdu Międzynarodowej Komisji do Ujednostajnienia Metod Analityki Cukrowniczej, następnie — streszczenie referatu o „oznaczaniu siły odbarwiającej i własności filtracyjnych węgli“, wygłoszonego na zjeździe przez Prof. K. Smoleńskiego, oraz uwagi i propozycje delegacji polskiej w sprawie tematów następujących: 2. ważenie, opakowanie, pobieranie próbek i klasyfikacja cukrów; 3. konduktometryczne oznaczanie popiołu w cukrach surowych; 4. oznaczanie cukrów redukujących i wpływ przegrzania na to oznaczenie (tablica metod stosowanych i zaproponowanych w ciągu ostatnich lat pięciu do oznaczania cukrów redukujących, rys. 47); 10. próby oceny wartości rafineryjnej cukrów surowych oraz podwyższenie granic Rendement, na podstawie których obliczana jest cena cukru; 11. usunięcie błędów, spowodowanych przez klarowanie roztworów cukru surowego octanem ołowiu; 17. analiza i ocena cukrów rafinowanych.

---

## Neuvième Réunion de la Commission Internationale d'Unification des Méthodes d'Analyse du Sucre.

*Résumé.*

*On donne un bref compte rendu des travaux de la neuvième réunion de la Commission Internationale, ensuite un résumé du rapport „sur la détermination du pouvoir décolorant et de la qualité filtrante des charbons activés” présenté à la réunion par le Professeur K. Smoleński et les notes et propositions faites par la délégation polonaise sur les questions suivantes: 2. pesage, tarage, échantillonnage et classification des sucres, 3. détermination conductimétrique de la teneur en cendres, 4. détermination des sucres réducteurs et influence de la surchauffe sur la détermination du sucre inverti avec tableau des méthodes employées ou proposées récemment pour la détermination du sucre inverti (fig. 47); 10. essais pour l'évaluation des qualités de raffinage du sucre brut et remplacement des limites du rendement acceptées comme base et comme valeur maximum pour le calcul du prix du sucre par des limites plus élevées, 11. l'élimination des erreurs dues à la clarification par le plomb dans la polarisation des sucres bruts, 17. analyse et évaluation des sucres raffinés.*

---

XVII.

Inż. JERZY ZALESKI.

# Wyniki badania cukrów surowych i mączek w r. 1935/36.*)

W roku sprawozdawczym zanalizowano ogółem 882 próbki cukru, z których było cukru surowego I rzutu . . . 790

i mączek II rzutu . . . 92.

Zmniejszenie ilości zbadanych próbek spowodowane zostało częściowym zahamowaniem eksportu cukru surowego.

Średnie wyniki analiz cukrów surowych I rzutu zestawiono w tablicach I i II, mączek zaś II rzutu w tablicach III i IV.

W tablicy I, dla cukrów surowych I rzutu, widać zmniejszenie się średniego „rendement" w porównaniu z latami poprzednimi, co wyraża się liczbą—0,62, a spowodowane zostało zmniejszeniem polaryzacji i zwiększeniem popiołu.

W tablicy II widać zwiększenie się liczby cukrów zawierających inwert, co w procentach wyraża się następującymi liczbami:

r. 1932/3 — 0,72%
r. 1933/4 — 0,07%
r. 1934/5 — 0,47%
r. 1935/6 —12,28%

Tablica III, dla mączek II rzutu, wykazuje bardzo duże wahania w wysokościach poszczególnych pozycyj w stosunku jednej cukrowni do drugiej.

---

*) Gaz. Cukr. **80**, (1937), 303.

Tablica I.

| Cukrownia | Ilość prób | Polaryzacja | Niecukry ogółem | Wilgoć | Popiół | Spółczynnik organiczny | Czystość | Rendement (kwasowość i inwert nie brane pod uwagę) 1935/6 | 1935/4 | 1934/3 | 1933/2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 91,185 | 90,070 | 89,021 |
| 2 | 116 | 94,74 | 3,22 | 2,04 | 1,016 | 2,169 | 96,713 | 89,660 | 89,265 | 90,105 | 89,805 |
| 3 | 105 | 95,21 | 2,78 | 2,01 | 0,884 | 2,145 | 97,163 | 90,790 | 90,380 | 90,680 | 90,293 |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 90,205 | 90,819 |
| 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 90,849 |
| 6 | 120 | 95,72 | 2,57 | 1,71 | 0,858 | 1,995 | 97,385 | 91,430 | 90,700 | 90,650 | 90,900 |
| 7 | 145 | 95,66 | 2,47 | 1,87 | 0,781 | 2,163 | 97,483 | 91,755 | 91,170 | 91,145 | 91,052 |
| 8 | 144 | 94,02 | 3,74 | 2,24 | 1,071 | 2,492 | 96,174 | 88,665 | 91,165 | 91,025 | 91,128 |
| 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 90,400 | 91,221 |
| 10 | — | — | — | — | — | — | — | — | 91,735 | 90,925 | 91,415 |
| 11 | 31 | 95,10 | 2,83 | 2,07 | 0,880 | 2,216 | 97,110 | 90,700 | 91,245 | 91,530 | 91,505 |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | 93,105 | 92,250 | 91,820 |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 93,705 | 92,303 |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — | 93,665 | 92,900 | 92,342 |
| 15 | 84 | 94,79 | 3,10 | 2,11 | 0,965 | 2,212 | 96,833 | 89,965 | 92,820 | 92,025 | 92,416 |
| 16 | 45 | 95,00 | 2,94 | 2,06 | 0,920 | 2,196 | 96,998 | 90,400 | 91,620 | 92,105 | 93,067 |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 92,100 | 93,211 |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | 93,150 | 94,635 | 93,327 |
| Średnia geometryczna | 790 | 95,023 | 2,976 | 2,001 | 0,925 | 2,217 | 96,963 | 90,398 | 91,017 | 91,198 | 91,057 |
| Średnia geometryczna z r. 1934/5 | 1484 | 95,417 | 2,674 | 1,909 | 0,880 | 2,039 | 97,274 | 91,017 | — | — | — |
| Różnica | —694 | —0,394 | +0,302 | +0,092 | +0,075 | +0,178 | —0,311 | —0,619 | — | — | — |

Tablica II.

| Cukrownia | Odczyn — Liczba cukrów I rzutu: alkalicznych | obojętnych | kwaśnych | z inwertem |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 75 | 4 | 37 | 39 |
| 3 | 105 | — | — | — |
| 6 | 110 | 4 | 6 | — |
| 7 | 92 | 1 | 52 | 10 |
| 8 | 65 | 20 | 59 | 37 |
| 11 | 18 | — | 13 | 11 |
| 15 | 84 | — | — | — |
| 16 | 45 | — | — | — |
| Razem w r. 1936/5 | 594 | 29 | 167 | 97 |
| „ „ „ 1935/4 | 999 | 188 | 297 | 7 |
| „ „ „ 1934/3 | 1120 | 110 | 105 | 1 |
| „ „ „ 1933/2 | 1247 | 93 | 44 | 10 |

Tablica IV wykazuje 38 próbek mączek z inwertem, co stanowi 43,5% ogólnej liczby próbek mączek II rzutu, co też nie jest dodatnim objawem.

Tablica III.

| Cukrownia | Liczba prób | Polaryzacja | Niecukry ogółem | Wilgoć | Popiół | Spółczynnik organiczny | Czystość | Rendement |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 93,10 | 4,20 | 2,70 | 1,375 | 2,055 | 95,683 | 86,225 |
| 2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3 | 2 | 90,25 | 5,65 | 4,10 | 2,005 | 1,818 | 94,108 | 80,225 |
| 4 | 4 | 94,70 | 3,27 | 2,03 | 0,993 | 2,293 | 96,662 | 89,735 |
| 5 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 7 | 92,00 | 4,77 | 3,23 | 1,693 | 1,817 | 95,070 | 83,535 |
| 7 | 8 | 95,08 | 3,05 | 1,87 | 0,918 | 2,322 | 96,892 | 90,490 |
| 8 | 1 | 94,30 | 3,60 | 2,10 | 1,020 | 2,529 | 96,322 | 89,200 |
| 9 | 10 | 93,12 | 4,14 | 2,74 | 1,413 | 1,930 | 95,743 | 86,055 |
| 10 | 4 | 92,38 | 4,77 | 2,85 | 1,490 | 2,201 | 95,090 | 84,930 |
| 11 | 6 | 93,27 | 4,10 | 2,63 | 1,363 | 2,008 | 95,789 | 86,455 |
| 12 | 9 | 93,17 | 4,28 | 2,55 | 1,253 | 2,416 | 95,608 | 86,905 |
| 13 | 5 | 92,18 | 4,86 | 2,96 | 1,582 | 2,072 | 94,992 | 84,270 |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 15 | 3 | 87,93 | 7,47 | 4,60 | 2,483 | 2,008 | 92,169 | 75,515 |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 17 | 6 | 94,98 | 3,10 | 1,92 | 0,920 | 2,370 | 96,839 | 90,380 |
| 18 | 7 | 90,71 | 5,93 | 3,36 | 1,897 | 2,126 | 93,863 | 81,225 |
| 19 | 10 | 91,85 | 5,45 | 2,70 | 1,599 | 2,408 | 94,399 | 83,855 |
| 20 | 8 | 92,67 | 4,70 | 2,63 | 1,604 | 1,930 | 95,173 | 84,650 |
| Średnia geometryczna | 92 | 92,747 | 4,529 | 2,724 | 1,451 | 2,122 | 95,344 | 85,493 |

Tablica IV.

| Cukrownia | Odczyn — Liczba cukrów II rzutu | | | |
|---|---|---|---|---|
| | alkalicznych | obojętnych | kwaśnych | z inwertem |
| 1 | 2 | — | — | 1 |
| 2 | — | — | — | — |
| 3 | 2 | — | — | — |
| 4 | — | — | 4 | 3 |
| 5 | — | — | — | — |
| 6 | 6 | 1 | — | 1 |
| 7 | 6 | — | 2 | 2 |
| 8 | 1 | — | — | — |
| 9 | 8 | 2 | — | 1 |
| 10 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 11 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 13 | — | — | — | — |
| 14 | — | — | 5 | 5 |
| 15 | 3 | — | — | — |
| 16 | — | — | — | — |
| 17 | — | — | 6 | 5 |
| 18 | 1 | — | 6 | 4 |
| 19 | 2 | — | 8 | 9 |
| 20 | 8 | — | — | — |
| Razem | 46 | 12 | 34 | 38 |

## STRESZCZENIE.

Autor podaje tablice, zawierające średnie z wyników badania 882 próbek cukrów surowych I rzutu i mączek II rzutu z r. 1935/36.

## **Analyses des sucres bruts de l'année 1935—36.**

par l'Ingénieur J. ZALESKI.

*Résumé.*

*L'auteur présente des tableaux contenant les analyses moyennes de 882 échantillons de sucres bruts de l'année 1935/36; les sucres analysés étaient du premier et du deuxième jets.*

XVIII.

Inż. WACŁAW REICHER.

# Sprawozdanie działu analitycznego C. L. C. z r. 1935/36.*)

Sprawozdanie niniejsze obejmuje okres czasu od 1 października 1935 r. do 1 października 1936 r. t. j. rok 1935/36.

Ilościowe zestawienie wykonanych analiz zamieszczone jest w tablicy I.

W tablicy II podane jest zestawienie analiz za okres sprawozdawczy z wyszczególnieniem analiz według rodzajów.

Ogólna liczba wykonanych analiz w r. 1935/36 spadła w porównaniu z rokiem 1934/35, dochodząc do poziomu z r. 1933/34. Spadek liczby analiz dotyczy głównie analiz materiałów opałowych, wykonywanych dla firm postronnych oraz analiz produktów cukrowniczych.

Zwyczajem lat ubiegłych podajemy w tablicy III poszczególne wyniki *analiz węgla*, ułożone według kopalń na podstawie informacyj otrzymanych od firm, nadsyłających węgle do badania. Zestawienie obejmuje jedynie 40 analiz, gdyż nie przy wszystkich próbkach węgli podano ich pochodzenie; poza tym część materiału analitycznego z r. 1935/36 włączona została do broszurki p. t. *„Analizy Polskich Węgli, wykonane w Central-*

---

*) Gaz. Cukr. **80**, (1937), 172.

*nym Laboratorium Cukrowniczym"*, która wydana została w końcu 1936 r. i która zawiera analizy 450 próbek węgli wiadomego pochodzenia, zbadanych w C. L. C. Wartości opałowe węgli w wymienionej tablicy obliczone zostały z ciepła spalania, oznaczonego w bombie kalorymetrycznej, zakładając, iż zawartość wodoru w bezwodnej i bezpopiołowej substancji węgla wynosi 5,0%.

TABLICA I.

| | Dla cukrowni i instytucyj cukrowniczych | | Dla firm postronnych | | Razem | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | analiz | oznaczeń | analiz | oznaczeń | analiz | oznaczeń |
| w r. 1935/36 wykonano | 141 | 1034 | 44 | 176 | 185 | 1210 |

TABLICA II.

*Zestawienie analiz z r. 1935/36, wyszczególnionych według rodzajów z podziałem na analizy, wykonane dla cukrowni i dla firm postronnych.*

| Rodzaj analizowanego materiału | Cukrownie | | Obce | | Razem | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | analiz | oznaczeń | analiz | oznaczeń | analiz | oznaczeń |
| Produkty cukrownicze (Melasy, cukry . . .) | 8 | 22 | 2 | 5 | 10 | 27 |
| Materiały opałowe | 67 | 294 | 17 | 66 | 84 | 360 |
| Nasiona buraczane | 45 | 528 | 2 | 24 | 47 | 552 |
| Nawozy sztuczne | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Smary, tłuszcze | 4 | 11 | 3 | 6 | 7 | 17 |
| Wody | 3 | 53 | 1 | 18 | 4 | 71 |
| Wapniaki, wapna | 7 | 50 | 1 | 7 | 8 | 57 |
| Osady, popioły, żużle | 2 | 21 | — | — | 2 | 21 |
| Worki, tkaniny | 1 | 10 | 1 | 10 | 2 | 20 |
| Różne | 4 | 45 | 16 | 39 | 20 | 84 |

# TABLICA III.

*Część wyników badania węgli kamiennych z r. 1935/36.*

| Nr. kolejny | Kopalnia | Gatunek | Wilgoci w węglu pierwotnym % | % popiołu w węglu | | Ciepło spalania (wartość górna) dla węgla | | Wartość opałowa (wartość dolna) dla węgla | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pierwotnym | suchym | pierwotnego | suchego | pierwotnego | suchego |
| 1 | Aleksander | kęsy | 8,64 | 6,91 | 7,57 | 6703 | 7337 | 6447 | 7112 |
| 2 | Bielszowice | groszek II | 3,31 | 5,47 | 5,66 | 7503 | 7760 | 7236 | 7505 |
| 3 | Charlotta | groszek | 4,30 | 6,95 | 7,26 | 7221 | 7545 | 6955 | 7295 |
| 4 | Czeladź | orzek I | 9,63 | 8,61 | 9,53 | 6184 | 6842 | 5906 | 6575 |
| 5 | „ | miał | 19,10 | 11,14 | 13,77 | 5237 | 6474 | 4934 | 6241 |
| 6 | Dorota | grysik | 11,38 | 16,40 | 18,51 | 5513 | 6221 | 5250 | 6001 |
| 7 | „ | — | 15,36 | 7,57 | 8,94 | 6004 | 7093 | 5703 | 6847 |
| 8 | Emma | groszek | 4,61 | 4,89 | 5,13 | 7545 | 7910 | 7274 | 7653 |
| 9 | „ | groszek II | 3,18 | 6,38 | 6,59 | 7484 | 7730 | 7222 | 7478 |
| 10 | „ | groszek II pł. | 3,01 | 4,13 | 4,26 | 7775 | 8016 | 7531 | 7784 |
| 11 | Gotthard (Karol) | groszek I | 3,38 | 4,33 | 4,48 | 7537 | 7801 | 7267 | 7543 |
| 12 | Hoym | groszek $^{10}/_{20}$ | 3,69 | 7,62 | 7,91 | 7131 | 7404 | 6870 | 7156 |
| 13 | Janina | grysik | 14,11 | 7,02 | 8,17 | 6180 | 7195 | 5883 | 6947 |
| 14 | Jutrzenka | miał | 14,49 | 8,84 | 10,34 | 5538 | 6477 | 5243 | 6235 |
| 15 | Król | kostka I | 6,83 | 4,43 | 4,75 | 6955 | 7465 | 6674 | 7207 |
| 16 | „ Pole Wsch. | groszek II | 6,14 | 2,80 | 2,98 | 7325 | 7805 | 7068 | 7568 |
| 17 | „ | miał | 7,87 | 11,59 | 12,58 | 6419 | 6967 | 6154 | 6731 |
| 18 | Lech (Hillebrand) | gruby | 2,90 | 3,81 | 3,92 | 7817 | 8050 | 7573 | 7817 |
| 19 | „ | „ | 2,96 | 3,39 | 3,49 | 7845 | 8084 | 7600 | 7850 |
| 20 | „ | pospółka | 2,92 | 3,30 | 3,40 | 7932 | 8171 | 7687 | 7937 |
| 21 | „ | miał | 2,79 | 7,85 | 8,08 | 7371 | 7583 | 7137 | 7359 |
| 22 | Maks | groszek $^{10}/_{20}$ | 6,80 | 6,52 | 7,00 | 6823 | 7321 | 6571 | 7095 |
| 23 | Ks. Maria | miał | 18,44 | 9,00 | 11,04 | 5406 | 6628 | 5099 | 6388 |
| 24 | Matylda | groszek II | 2,97 | 4,04 | 4,16 | 7682 | 7917 | 7413 | 7658 |
| 25 | Modrzejów | orzech II | 11,67 | 3,51 | 3,98 | 6600 | 7472 | 6301 | 7213 |
| 26 | Mysłowice | gr.+grys. | 8,06 | 5,58 | 6,07 | 6527 | 7099 | 6269 | 6871 |
| 27 | Paryż | kostka I | 12,68 | 4,31 | 4,94 | 6338 | 7258 | 6039 | 7001 |
| 28 | „ | groszek II | 11,12 | 4,79 | 5,39 | 6392 | 7192 | 6122 | 6962 |
| 29 | Polska | gruby | 8,57 | 4,50 | 4,92 | 6779 | 7414 | 6517 | 7183 |
| 30 | Römer | groszek II | 3,80 | 8,27 | 8,60 | 7045 | 7323 | 6789 | 7076 |
| 31 | „ | grysik | 3,80 | 9,11 | 9,47 | 7052 | 7330 | 6795 | 7086 |
| 32 | „ | miał pł. | 11,52 | 6,54 | 7,39 | 6764 | 7645 | 6474 | 7395 |
| 33 | Walenty—Wawel (Wolg.) | miał | 3,03 | 13,57 | 13,99 | 6795 | 7007 | 6574 | 6798 |
| 34 | Wanda (Lithandra) | groszek I | 3,26 | 6,21 | 6,42 | 7447 | 7698 | 7183 | 7446 |
| 35 | „ | groszek II | 3,26 | 9,97 | 10,31 | 7068 | 7306 | 6813 | 7064 |
| 36 | „ | miał | 12,13 | 6,47 | 7,36 | 6460 | 7352 | 6168 | 7102 |
| 37 | „ | „ | 11,79 | 6,96 | 7,89 | 6418 | 7276 | 6127 | 7028 |
| 38 | Wilson-Gische | groszek II | 6,85 | 4,47 | 4,80 | 7089 | 7610 | 6832 | 7329 |
| 39 | Wujek | groszek $^{10}/_{20}$ | 4,83 | 7,77 | 8,16 | 7046 | 7404 | 6805 | 7180 |
| 40 | „ | miał | 9,90 | 8,44 | 9,37 | 6585 | 7308 | 6305 | 7064 |

TABLICA IV.

*Zestawienie wyników badania nasion buraczanych z r. 1936.*

| Nr. kolejny próbki | Liczba kłębków w 1 *gr* nasienia | % wilgoci | Czystość | Na 100 kłębków wykiełkowało kłębków po 6 dniach | Na 100 kłębków wykiełkowało kłębków po 14 dniach | Liczba kiełków ze 100 kłębków po 6 dniach | Liczba kiełków ze 100 kłębków po 14 dniach | Liczba kiełków z 1 *gr* nasienia po 6 dniach | Liczba kiełków z 1 *gr* nasienia po 14 dniach |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 45 | 15,26 | 99,3 | 83 | 90 | 182 | 196 | 82 | 88 |
| 2 | 50 | 14,17 | 98,6 | 81 | 84 | 150 | 157 | 75 | 79 |
| 3 | 49 | 14,42 | 99,2 | 76 | 85 | 151 | 166 | 74 | 81 |
| 4 | 52 | 14,42 | 99,7 | 80 | 85 | 152 | 167 | 79 | 87 |
| 5 | 55 | 13,67 | 98,7 | 72 | 79 | 138 | 150 | 76 | 83 |
| 6 | 56 | 14,77 | 98,6 | 77 | 81 | 129 | 136 | 72 | 76 |
| 7 | 53 | 14,72 | 98,9 | 75 | 79 | 151 | 164 | 80 | 87 |
| 8 | 55 | 15,01 | 99,4 | 75 | 81 | 146 | 157 | 80 | 86 |
| 9 | 58 | 14,32 | 98,1 | 70 | 78 | 119 | 137 | 69 | 79 |
| 10 | 51 | 13,59 | 99,0 | 79 | 85 | 157 | 173 | 80 | 88 |
| 11 | 52 | 15,00 | 98,9 | 80 | 83 | 136 | 146 | 71 | 76 |
| 12 | 52 | 10,62 | 99,2 | 79 | 85 | 148 | 157 | 77 | 82 |
| 13 | 46 | 10,54 | 99,0 | 85 | 88 | 182 | 190 | 84 | 87 |
| 14 | 47 | 10,05 | 99,3 | 81 | 85 | 169 | 179 | 79 | 84 |
| 15 | 48 | 11,39 | 99,3 | 86 | 91 | 180 | 192 | 86 | 92 |
| 16 | 50 | 12,88 | 99,1 | 78 | 82 | 168 | 175 | 84 | 88 |
| 17 | 48 | 12,18 | 99,4 | 84 | 89 | 171 | 178 | 82 | 85 |
| 18 | 67 | — | 95,1 | 63 | 67 | 104 | 111 | 70 | 74 |
| 19 | 64 | — | 97,5 | 58 | 62 | 103 | 109 | 66 | 70 |
| 20 | 54 | — | 98,6 | 76 | 79 | 144 | 150 | 78 | 81 |
| 21 | 61 | — | 98,1 | 75 | 76 | 134 | 138 | 82 | 84 |
| 22 | 57 | 13,52 | 97,9 | 77 | 82 | 152 | 169 | 87 | 96 |
| 23 | 46 | 12,95 | 98,2 | 86 | 88 | 177 | 183 | 81 | 84 |
| 24 | 52 | 12,50 | 97,4 | 64 | 72 | 124 | 136 | 64 | 71 |
| 25 | 43 | 10,16 | 98,0 | 95 | 96 | 184 | 188 | 79 | 81 |
| 26 | 72 | 10,37 | 97,6 | 49 | 54 | 91 | 100 | 66 | 72 |
| 27 | 43 | 15,38 | 99,2 | 92 | 93 | 195 | 200 | 84 | 86 |
| 28 | 49 | 14,27 | 99,4 | 82 | 86 | 163 | 172 | 80 | 84 |
| 29 | 40 | 14,54 | 99,3 | 87 | 92 | 176 | 188 | 70 | 75 |
| 30 | 42 | 10,77 | 99,2 | 94 | 96 | 189 | 196 | 79 | 82 |
| 31 | 45 | 11,25 | 99,3 | 90 | 95 | 192 | 205 | 86 | 92 |
| 32 | 55 | 10,65 | 97,5 | 74 | 78 | 145 | 151 | 80 | 83 |
| 33 | 42 | 12,10 | 99,4 | 70 | 78 | 130 | 148 | 55 | 62 |
| 34 | 48 | 12,04 | 99,2 | 92 | 95 | 184 | 191 | 88 | 92 |
| 35 | 46 | 11,11 | 99,0 | 84 | 87 | 172 | 177 | 79 | 81 |
| 36 | 46 | 11,10 | 98,5 | 90 | 91 | 182 | 186 | 84 | 86 |
| 37 | 53 | 11,58 | 99,2 | 88 | 90 | 156 | 162 | 83 | 86 |
| 38 | 51 | 11,00 | 98,9 | 81 | 87 | 143 | 150 | 73 | 77 |
| 39 | 55 | 12,45 | 98,3 | 75 | 78 | 136 | 142 | 75 | 78 |
| 40 | 42 | 12,93 | 99,2 | 85 | 88 | 171 | 177 | 72 | 74 |

W tablicy IV zamieszczone są wyniki badania 40 próbek *nasion buraczanych*; w tablicy V podane są ogólne średnie wyniki dla nasion buraczanych z r. 1936 i z 4-ech lat poprzednich. Z danych tablic tych można

TABLICA V.

*Średnie z wyników badania nasion buraczanych w latach 1932 — 1936.*

| Rok | Liczba kłębków w 1 *gr*. nasienia | Na 100 kłębków wykiełkowało kłębków | | Liczba kiełków ze 100 kłębków | | Liczba kiełków z 1 *gr*. kłębków | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | po 6 dniach | po 14 dniach | po 6 dniach | po 14 dniach | po 6 dniach | po 14 dniach |
| 1932 | 49 | 82 | 85 | 159 | 165 | 78 | 81 |
| 1933 | 49 | 81 | 86 | 157 | 167 | 77 | 82 |
| 1934 | 54 | 74 | 79 | 137 | 145 | 74 | 78 |
| 1935 | 64 | 67 | 70 | 117 | 123 | 75 | 79 |
| 1936 | 51 | 79 | 84 | 154 | 164 | 79 | 84 |

TABLICA VI.

*Zestawienie analiz kamieni wapiennych.*

| Nr. kolejny | Pochodzenie kamienia | Wyniki analizy | | | | | | | Z wyliczenia | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % $CaO$ | % $MgO$ | % $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | % $SiO_2$ | % $SO_3$ | % $CO_2$ | % Wilg. | % $CaCO_3$ | % $MgCO_3$ | % $CaSO_4$ |
| 1 | Kamieniołomy „Czarnów" | 54,39 | 0,40 | 0,40 | 1,63 | ślady | 43,13 | — | 97,05 | 0,83 | ślady |
| 2 | — | 54,57 | 0,26 | 0,45 | 1,28 | 0,08 | 43,05 | 0,17 | 97,28 | 0,54 | 0,14 |
| 3 | Kamieniołomy Sitkowieckie „Nowiny" | 55,55 | 0,23 | 0,06 | 0,26 | ślady | 43,84 | 0,03 | 99,14 | 0,48 | ślady |
| 4 | Małopolska Zachodnia „Chełmk" | 55,00 | 0,34 | 0,20 | 0,70 | 0,05 | 43,49 | 0,07 | 98,08 | 0,71 | 0,09 |
| 5 | Małopolska Zachodnia „Chełmk" | 55,30 | 0,24 | 0,19 | 0,47 | 0,03 | 43,62 | 0,08 | 98,62 | 0,50 | 0,07 |
| 6 | Śląsk Cieszyński, Pierśc. pow. Skoczów | 52,00 | 0,54 | 0,62 | 5,19 | 0,07 | 41,36 | 0,09 | 92,72 | 1,13 | 0,12 |
| 7 | Rzązce koło Krakowa | 55,20 | 0,31 | 0,15 | 0,43 | 0,08 | 43,61 | 0,09 | 98,41 | 0,65 | 0,14 |
| 8 | f. Wołczuk, Lwów | 54,60 | 0,59 | 0,21 | 0,89 | 0,05 | 43,45 | 0,15 | 97,37 | 1,23 | 0,09 |

TABLICA VII.

*Wyniki badania 2-ch osadów z wyparki.*

| Rodzaj oznaczenia | 1 | 2 |
|---|---|---|
| Tlenek wapnia, *CaO*, związany z kwasami mineralnymi | 3,17% | 2,02% |
| Tlenek wapnia, *CaO*, związany z kwasami organicznymi | 27,47% | 27,44% |
| Tlenek magnezu, *MgO* | drobne ilości | 0,31% |
| Tlenek żelaza, $Fe_2O_3$ | 9,48% | 0,59% |
| Tlenek glinu, $Al_2O_3$ | 0,18% | 2,60% |
| Krzemionka, $SiO_2$ | 0,26% | 4,07% |
| Bezw. kw. siarkowego, $SO_3$ | 2,67% | 0,45% |
| Bezw. kw. węglowego, $CO_2$ | 1,01% | 1,33% |
| Tłuszcze | 3,32% | — |
| Pozostałe subst. organiczne + woda chemicznie związana | 50,72% | 54,92% |
| Woda hygroskopijna | 1,72% | 6,27% |

TABLICA VIII.

*Wyniki badania koksu gazowniczego i hutniczego.*

| Rodzaj oznaczania | Koks | |
|---|---|---|
| | gazowniczy | hutniczy |
| Wilgoć | 2,67% | 2,38% |
| Popiół | 10,46% | 11,05% |
| Ciepło spalania [w. górna] | 6985 *Cal* | 6975 *Cal* |
| Wartość opałowa [w. dolna] | 6922 *Cal* | 6914 *Cal* |
| Siarka | 0,82% | 0,88% |
| Rzeczywisty ciężar właściwy | 1,575 | 1,605 |
| Pozorny ciężar właściwy | 0,893 | 0,968 |
| Porowatość | 43,3% | 39,7% |
| Palność w 650° met. Hoffmana | 65,0 | 31,2 |

sądzić, że w r. 1936 cukrownie rozporządzały nasionami lepszymi pod względem energii i siły kiełkowania, aniżeli w dwu poprzednich latach 1934 i 1935; liczby z r. 1936 odpowiadają liczbom z lat 1932 i 1933.

W tablicy VI podane są wyniki badania 8-miu próbek *kamieni wapiennych* różnego pochodzenia. Z pośród zbadanych kamieni jedynie próbkę Nr. 6 należy odrzucić, jako nie nadającą się dla cukrowni; wszystkie pozostałe wapniaki nadają się do użytku a, z pośród nich, oznaczone Nr. Nr. 3, 4, 5 i 7 uznać należy za wapniaki wysokiego gatunku.

Centralne Laboratorium Cukrownicze od kilku lat zajmuje się badaniem i zagadnieniem oceny *używanych olejów turbinowych*. Sprawa ta została obszernie omówiona w oddzielnym artykule*).

Z ciekawszych analiz, wykonanych w r. 1935/36, wymienić należy następujące:

1) Analizy 2-ch próbek *osadów z wyparki* (tablica VII). Oba osady, jak wskazują wyniki badania, w głównej swej masie składają się z soli wapniowych kwasów organicznych.

2) Analizy 2-ch *próbek koksu*, gazowniczego i hutniczego, stosowanych do pieców wapiennych (tablica VIII). Obydwie próbki koksu bardzo niewiele się różnią pod względem wartości opałowej, zawartości popiołu i wilgoci. Różnice występują natomiast w ich porowatości i palności; koks gazowniczy jest bardziej porowaty i bardziej palny od koksu hutniczego. Palność koksów oznacza się metodą Hoffmana, która polega na tym, że

TABLICA IX.

*Wyniki analizy wody studziennej z terenów cukrowni w woj. Poznańskim.*

| | |
|---|---|
| Sucha pozostałość | 1752,4 $mg/L$ |
| Strata przy prażeniu | 268,8 „ |
| Pozostałość po prażeniu | 1483,6 „ |
| Krzemionka, $SiO_2$ | drobne ilości |
| Tlenki żelaza i glinu, $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | drobne ilości |
| Wapń, $Ca^{\cdot\cdot}$ | 262,1 $mg/L$ |
| Magnez, $Mg^{\cdot\cdot}$ | 35,1 „ |
| $CO_2$ z kwaśnych węglanów | 105,6 „ |
| Chloru z chlorków, $Cl'$ | 758,6 „ |
| Jonów kw. siarkowego, $SO_4''$ | 72,8 „ |
| Sodu z różnicy równoważników, $Na^{\cdot}$ | 253,0 „ |
| Utlenialność w $mg$ $KMnO_4$ | 23,4 „ |
| Twardość ogólna | 44,8° niem. |
| Amoniaku | ok. 7—8 $mg/L$ |
| Azotynów | niema |
| Azotanów | niema |

*) Gaz. Cukr. **80,** (1937), 128 oraz Prace niniejsze art. Nr. X.

odważoną próbkę koksu, uprzednio zmieloną i przesianą przez odpowiednie sito, spala się w przeciągu określonego czasu w rurze pieca elektrycznego w stałej temperaturze i przy stałym, określonym dopływie powietrza. Wyniki podaje się w miligramach spalonego koksu na 1 *gr* koksu wyjściowego.

3) Analiza *wody studziennej* z terenów cukrowni w woj. Poznańskim (tablica IX).

W wynikach analizy rzuca się w oczy bardzo wysoka liczba suchej pozostałości; zbadana woda zawiera znaczną zawartość *chlorku sodu*, obok chlorków, siarczanów i kwaśnych węglanów wapnia i magnezu; twardość jej jest znaczna, stosunkowo duża utlenialność, woda zawiera też pewne ilości amoniaku. Wodę tę uznać należy za nie nadającą się ani do picia, ani do celów fabrycznych w cukrowni.

Przykład tego rodzaju wody potwierdza nasze spostrzeżenia, podane w poprzednich sprawozdaniach, iż na terenach cukrowni w woj. Poznańskim dość często mamy do czynienia z wodami zawierającymi znaczniejsze ilości chlorku sodowego, przyczyną czego może być bliskość solanek. Zawartość zaś w wodach amoniaku, a i często spotykane azotyny i znaczniejsze ilości azotanów, świadczyć mogą o tym, że tereny, na których wiercono studnie, przez dłuższe okresy czasu zanieczyszczane były ściekami.

4) Analiza *siarki* amerykańskiej, która podczas ubiegłej kampanii używana była w kilku cukrowniach (tablica X).

TABLICA X.

*Analiza siarki amerykańskiej.*

| | |
|---|---|
| Popiołu | 0,015% |
| Subst. bitumicznych | 0,018% |
| Wilgoci | niema |
| Siarki, z różnicy do 100% | 99,97% |
| Arsenu | nie wykryto |
| Selenu (telluru) | nie wykryto |

Otrzymane wyniki analizy świadczą o wysokim gatunku siarki.

---

Na zakończenie składam serdeczne podziękowanie Panu Profesorowi K. Smoleńskiemu za rady i wskazówki, z których w pracy mej korzystałem.

---

## STRESZCZENIE.

Autor podaje sprawozdanie działu analitycznego C. L. C. z roku 1935/36. W tablicach I i II podane są zestawienia liczb wykonanych analiz i oznaczeń analitycznych z podziałem na poszczególne rodzaje analizowanych ma-

teriałów, główne pozycje stanowią materiały opałowe i nasiona buraczane. W tablicy III zestawione są wyniki analiz 40 próbek węgli kamiennych; w tablicach IV i V — badania nasion buraczanych, w tablicy VI — kamieni wapiennych,

Z ciekawszych analiz, wymienione są: 1) Analizy 2 ch próbek osadów z wyparki (tablica VII), 2) analizy 2-ch próbek koksu, gazowniczego i hutniczego, stosowanych do pieców wapiennych (tablica VIII), 3) analiza wody studziennej z terenów cukrowni w woj. Poznańskim o znacznej zawartości chlorku sodowego (tablica IX) oraz 4) analiza siarki amerykańskiej.

---

## Compte rendu de la Section Analytique du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise.

par l'Ingénieur W. REICHER.

*Résumé.*

*L'auteur présente un compte rendu de la Section Analytique du Laboratoire Central de l'Industrie Sucrière Polonaise pour l'année 1935/36. Les chiffres des Tableaux I et II donnent le nombre de différentes analyses et déterminations analytiques exécutées pendant ce temps; les analyses sont groupées selon les matières analysées. Les groupes les plus importants sont ceux des combustibles et des graines de betteraves. Le Tableau III contient les analyses de 40 échantillons de charbons; les Tableaux IV et V comprennent les résultats des essais de graines de betteraves; le Tableau VI contient les analyses de pierres à chaux.*

*Les analyses suivantes sont les plus intéressantes: 1. analyses de deux échantillons de dépôts formés à l'évaporation (Tableau VII); 2. analyses de deux échantillons de coke, coke de gaz et coke métallurgique, employé pour les fours à chaux (Tableau VIII); 3. analyse d'une eau de puits des terrains d'une sucrerie de Poznanie; cette eau contenait des quantités considérables de chlorure de sodium (Tableau IX) et 4. analyse d'un soufre américain.*

---

SPIS RZECZY.

---

# TABLE DES MATIERES.

SPIS RYSUNKÓW.

## LISTE DES FIGURES.

## Główne zauważone pomyłki druku:

| Strona | Wiersz | Wydrukowano | Winno być |
|---|---|---|---|
| 91 | 24 od dołu | Rys. 12 | Rys. 13. |
| 115 | — | — | odsyłacz przy tytule artykułu VII: Gaz. Cukr. **80**, (1937), 390 |

## E r r a t a:

| *Page* | *Ligne* | *Au lieu de*: | *Il faut lire*: |
|---|---|---|---|
| 78 | 26 *du bas* | *un effet homogène* | *le même effet* |
| 79 | 5 *du haut* | *d'imaginer* | *d'élaborer* |